

Abstract of DE19929212

A liquid distillation assembly operates by exposure of the fluid to a hotter medium within an evaporator (101) which discharges to a condenser (102), where it releases heat to another cooler medium and condenses. The coolant is a mixture of different liquids, one of which is the same type of fluid as the liquid being distilled. The cooler medium is separated in the evaporator (101) and condenser (102) by barrier (119) which is fluid-impermeable but heat-conducting.

THIS PAGE BLANK (11SP01)



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Patentschrift

DE 199 29 212 C2

(51) Int. Cl. 7:
B 01 D 3/00
B 01 D 1/00
C 02 F 1/02

(21) Aktenzeichen: 199 29 212.4-44
(22) Anmeldetag: 25. 6. 1999
(43) Offenlegungstag: 28. 12. 2000
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 1. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Poswik, Alexander von, 82335 Berg, DE

(72) Erfinder:

gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

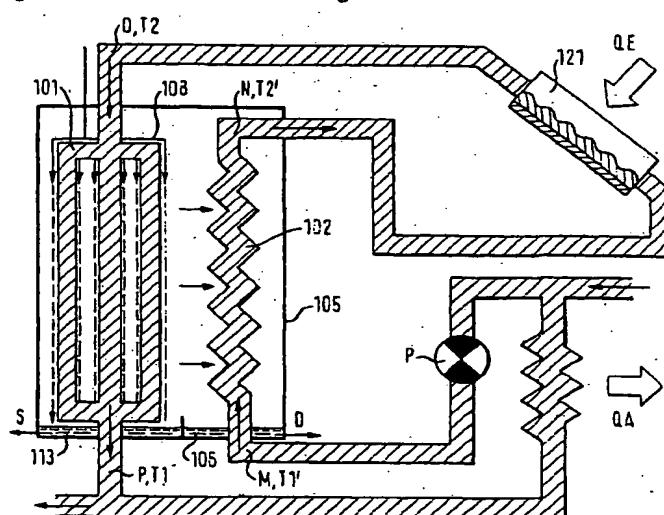
DE 29 19 256 C2
DE 43 40 745 A1
DE 30 10 208 A1
DE 24 59 935 A1
GB 22 26 253 A

Renewable Energy, Vol. 14, Nos. 1-4, S. 311-318 (1998);

SATTLER, Klaus: Thermische Trennverfahren, 2. Aufl., VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1995, S. 163-175;

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung

(57) Verfahren zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung, bei dem die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung über eine an einer Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') vorgesehene Verdampferfläche (103; 103'; 203; 303; 303') verteilt und der flüssige Stoff unter Zufuhr von Wärme mittels eines Wärmeträgers bei höherer Temperatur an der Verdampferfläche (103; 103'; 203; 303; 303') verdampft wird, als Dampf in einer innerhalb einer die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und eine eine Kondensatorfläche (104; 104'; 204; 304; 304') aufweisenden Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') einschließenden Umhüllung geführten Strömung von der Verdampferfläche (103; 103'; 203; 303; 303') zu der Kondensatorfläche (104; 104'; 204; 304; 304') transportiert wird und unter Abgabe von Wärme an einen Wärmeträger bei niedrigerer Temperatur an der Kondensatorfläche (104; 104'; 204; 304; 304') kondensiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger eine von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung verschiedene Flüssigkeit ist und in der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und in der Kondensationseinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') durch jeweils flüssigkeitsundurchlässige, jedoch wärmeleitende Wandungen (119; 119'; 219; 219'; 319; 319') von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung getrennt gehalten wird, und daß die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') und die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') von demselben Wärmeträger durchströmt werden.



DE 199 29 212 C2

DE 199 29 212 C2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 20. Ein bevorzugtes Einsatzgebiet der Erfindung ist das Destillieren von salzfreiem Wasser aus Meerwasser oder Brackwasser zur Gewinnung von Trinkwasser und Brauchwasser und zur Bewässerung von Pflanzen. Ein anderes Einsatzgebiet der Erfindung ist das Aufkonzentrieren von in einer Flüssigkeit, insbesondere Wasser, gelösten Schadstoffen, z. B. um deren Transport oder Entsorgung zu erleichtern.

[0002] Auf dem Gebiet der Destillation eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung, insbesondere zur Destillation von Wasser aus Meerwasser, sind Anlagen bekannt, bei denen der flüssige Stoff unter Zufuhr von Wärme mittels eines Wärmeträgers bei höherer Temperatur an einer Verdampferfläche aufweisenden Verdampfereinrichtung verdampft wird, zu einer Kondensatorfläche aufweisenden Kondensatoreinrichtung transportiert wird und unter Abgabe von Wärme an einen Wärmeträger bei niedrigerer Temperatur an der Kondensatoreinrichtung kondensiert wird. Bei bekannten Anlagen dieser Art, die auch als Feuchtkluftdestillationsanlagen bezeichnet werden, wird die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung selbst als Wärmeträger verwendet.

[0003] Beispielsweise aus der DE 43 40 745 A1 und aus Renewable Energy, Vol. 14, Nos. 1–4, Seite 311–318 (1998) ist eine solche Destillationsvorrichtung bekannt.

[0004] Fig. 12a) und b) zeigt eine Darstellung der bekannten Vorrichtung, schematisch in der Perspektive bzw. in der Seitenansicht dargestellt. Die Verdampfereinrichtung V und die Kondensatoreinrichtung K sind in einer gemeinsamen Ummhüllung G eingeschlossen. Das Meerwasser wird bei M der Unterseite der Kondensatoreinrichtung K zugeführt und strömt in dieser nach oben, wobei sie Kondensationswärme aufnimmt, und verlässt die Kondensatoreinrichtung K an deren Oberseite bei N. Nach Aufnahme von weiterer Wärme QB, beispielsweise in einem Solarkollektor, wird das Meerwasser bei O der Oberseite der Verdampfereinrichtung V zugeführt, um an der Verdampferfläche der Verdampfereinrichtung V unten zu rieseln, wobei die zirkulierende Luft den in der Verdampfereinrichtung V verdampfenden Wasserdampf aufnimmt. Die Lösung wird von der Unterseite der Verdampfereinrichtung V bei P abgeführt. Der an der Kondensatoreinrichtung K kondensierte flüssige Stoff (Wasser) wird als Destillat D an der Unterseite der Kondensatoreinrichtung K gesammelt und kann von dort entnommen werden.

[0005] Wie Fig. 12b) zeigt, kann die in dem Gehäuse G zirkulierende Luft in jeder Höhe frei zwischen der Verdampfereinrichtung V und der Kondensatoreinrichtung K zirkulieren.

[0006] Fig. 13 zeigt eine schematisierte Darstellung der Strömungsführung des Meerwassers, das als Wärmeträger verwendet wird, bei der bekannten Vorrichtung. In der Verdampfereinrichtung 101 rieselt das Meerwasser, das als Wärmeträger verwendet wird, frei an einer Verdampferoberfläche nach unten, wobei ein Teil des Wassers verdampft wird. Wegen der hohen Latentwärme, die zum Verdampfen des in der Lösung enthaltenen flüssigen Stoffs erforderlich ist, muß die als Wärmeträger verwendete Lösung mit einem Massendurchsatz durch die Kondensatoreinrichtung 102 und die Verdampfereinrichtung 101 geführt werden, welcher wesentlich höher ist, als die Menge des von der Verdampfereinrichtung 101 verdampften flüssigen Stoffs.

[0007] Eine ähnliche Anlage ist aus der DE-OS 24 59 935 bekannt. Abweichend von der DE 43 40 745 A1 kann die in dem Gehäuse zirkulierende Luft nicht in jeder Höhe frei zwischen der Verdampfereinrichtung und der Kondensatoreinrichtung zirkulieren, sondern nur in der oberen Hälfte des Gehäuses, in der unteren Hälfte des Gehäuses ist eine Trennwand zwischen Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung angeordnet. Auch hier muß das zu verdampfende Meerwasser die gesamte Kondensationswärme aufnehmen, so daß dessen Strömungsdurchsatz sehr viel größer ist als die Menge des tatsächlich verdampften Wassers.

[0008] Aus der DE 30 10 208 A1 ist eine Vorrichtung zur Gewinnung von Brauchwasser aus Meerwasser bekannt, wobei in einem für Sonnenlicht durchlässigen Gehäuse eine Verdampfereinrichtung in Form eines plattenförmigen Wärmetauschers angeordnet ist, auf dem sich ein Vlies zur Verdampfung des Meerwassers befindet. Weiter ist in dem Gehäuse eine Kondensatoreinrichtung angeordnet, die von dem von außen zugeführten, zu verdampfenden Meerwasser durchströmt wird, welches dann nach Erwärmung durch Aufnahme der Kondensationswärme auf dem Wärmetauscher verteilt wird. Der Wärmetauscher selbst wird zusätzlich zu seiner Erwärmung durch solare Strahlung mittels eines separaten Sonnenkollektors aufgeheizt. Der Kreislauf des Wärmeträgers durch den Wärmetauscher ist von dem Kreislauf des Meerwassers durch den Kondensator getrennt.

[0009] Aus der DE 29 19 256 C2 ist eine Vorrichtung zum Entsorgen einer verbrauchten Öl-in-Wasser-Emulsion bekannt, bei der die Emulsion erhitzt und in einer Verdampfereinrichtung versprüht wird, um einen Teil des in der Emulsion enthaltenen Wassers zu verdampfen. Das Erhitzen der Emulsion erfolgt, indem diese in einem Kreislauf durch einen Wärmetauscher geführt wird, über den von einer äußeren Wärmequelle, beispielsweise einem Solarkollektor Wärme eingekoppelt wird. Der Wärmetauscher dient als Wärmequelle, mit der die zu verdampfende Flüssigkeit selbst aufgeheizt und diese dann versprüht wird. Die verdampfte Flüssigkeit wird nach außen entlassen. Eine Rückführung der Kondensationswärme findet nicht statt.

[0010] Aus Klaus Sattler, Thermische Trennverfahren, 2. Auflage, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1995, Seiten 163 bis 175 sind mit Wärmepumpen betriebene Rektifizieranlagen bekannt, bei denen das von den zu rektifizierenden Lösung getrennt gehaltene Arbeitsmittel der Wärmepumpe als Wärmeträgermedium für die Verdampfung und Kondensation eingesetzt wird.

[0011] Eine ebenfalls mit Hilfe einer Wärmepumpe betriebene Destillationsvorrichtung, insbesondere zur Gewinnung von reinem Wasser aus verunreinigtem Wasser mittels Destillation, ist aus der GB 2 226 253 A bekannt, bei der eine Verdampferkammer und eine Kondensationskammer durch zwei Zirkulationskanäle miteinander verbunden sind. Eine größere Menge verunreinigten Wassers befindet sich statio-när in der Verdampferkammer, in welches unterhalb des Flüssigkeitsspiegels eine vom Arbeitsmittel der Wärmepumpe durchströmte Heizschlange zur Erwärmung desselben nach Art eines Tauchsieders eingetaucht ist. Der in der Verdampferkammer aus der erwärmten Flüssigkeit erzeugte und über einen der Zirkulationskanäle zur Kondensationskammer gelangende Dampf wird dort an einer ebenfalls von dem in einem Kreislauf geführten Arbeitsmittel der Wärmepumpe durchströmten Kühlslange kondensiert und aufgefangen.

[0012] Als Maß für den Wirkungsgrad einer Destillationsanlage dieser Art, bei der die in der Kondensatoreinrichtung K anfallende Kondensationswärme zurückgewonnen und in der Verdampfereinrichtung V zum Verdampfen des flüssigen Stoffs aus der Lösung verwendet wird, kann die der

Menge des gewonnenen Destillats D entsprechende Latentwärme ins Verhältnis gesetzt werden zu der von außen eingesetzten Wärmemenge Q_E , was anschaulich gesprochen bedeutet, wie oft die von außen eingesetzte Wärme Q_E zum Verdampfen des flüssigen Stoffs verwendet wird. Je größer das genannte Verhältnis ist, um so größer ist damit der Wirkungsgrad der Destillationsanlage.

[0013] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung der vorausgesetzten Art so zu schaffen. Weiterhin soll durch die vorliegende Erfindung eine verbesserte Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung geschaffen werden.

[0014] Die gestellte Aufgabe wird gelöst durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Ansprüchen 1 bis 19 angegeben.

[0015] Vorrichtungsmäßig wird die gestellte Aufgabe gelöst durch die im Anspruch 20 angegebene Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Ansprüchen 21 bis 43 angegeben.

[0016] Durch die Erfindung wird ein Verfahren zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung geschaffen, bei dem die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung über eine an einer Verdampfereinrichtung vorgesehene Verdampferfläche verteilt und der flüssige Stoff unter Zufuhr von Wärme mittels eines Wärmeträgers bei höherer Temperatur an der Verdampferfläche verdampft wird, als Dampf in einer innerhalb einer Verdampfereinrichtung und eine Kondensatoreinrichtung aufweisenden Kondensatoreinrichtung einschließenden Umhüllung geführten Strömung von der Verdampferfläche zu der Kondensatorfläche transportiert wird und unter Abgabe von Wärme an einen Wärmeträger bei niedrigerer Temperatur an der Kondensatorfläche der kondensiert wird. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, daß der Wärmeträger eine von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung verschiedene Flüssigkeit ist und in der Verdampfereinrichtung und in der Kondensationseinrichtung durch jeweils flüssigkeitsundurchlässige, jedoch wärmeleitende Wandungen von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung getrennt gehalten wird, und daß die Kondensatoreinrichtung und die Verdampfereinrichtung von demselben Wärmeträger durchströmt werden.

[0017] Ein Vorteil hiervon ist es, daß der Massendurchsatz der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung gering gehalten werden kann gegenüber dem aufgrund des Verhältnisses von Latentwärme zu sensibler Wärme notwendigerweise hohen Durchsatz des Wärmeträgers. Ein weiterer Vorteil ist es, daß der Wärmeträger in Hinblick auf Korrosion, Frostbeständigkeit o. ä. optimal an die Bedürfnisse der Komponenten der Destillationsanlage angepaßt werden kann, was insbesondere von Bedeutung ist im Falle der Meerwassersondierung, da heißes Meerwasser im Dauerbetrieb für metallische Anlagenkomponenten extrem korrosiv ist.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung jeweils in einer Längsrichtung ausgedehnte und sich zwischen einem ersten Ende und einem zweiten Ende erstreckende Gebilde sind und wobei der Wärmeträger die Verdampfereinrichtung vom ersten Ende zum zweiten Ende durchströmt und der Wärmeträger die Kondensatoreinrichtung vom zweiten Ende zum ersten Ende durchströmt und daß der verdampfte Stoff in einer Strömung geführt wird, die die Verdampfereinrichtung und

die Kondensatoreinrichtung quer durchströmt, wobei der Stofftransport des verdampften Stoffs jeweils von Bereichen hoher Temperatur der Verdampfereinrichtung zu Bereichen hoher Temperatur der Kondensatoreinrichtung und von Bereichen niedrigerer Temperatur der Verdampfereinrichtung zu Bereichen niedrigerer Temperatur der Kondensatoreinrichtung und von Bereichen mittlerer Temperatur der Verdampfereinrichtung zu Bereichen mittlerer Temperatur der Kondensatoreinrichtung erfolgt. (Es ist gemeint, daß die Bereiche hoher, mittlerer und niedriger Temperatur bei Verdampfereinrichtung bzw. Kondensatoreinrichtung vorzugsweise kontinuierlich ineinander übergehen.)

[0019] Ein besonderer Vorteil dieser Ausführungsform ist es, daß die den verdampften Stoff führende Strömung quer zur Verdampfereinrichtung bzw. zur Kondensatoreinrichtung geführt wird und damit im wesentlichen quer zur Grundrichtung der Temperaturänderung innerhalb von Verdampfereinrichtung bzw. Kondensatoreinrichtung durch Abgabe von Verdampfungswärme bzw. Aufnahme von Kondensationswärme in diesen Einrichtungen. Damit werden die den verdampften Stoff zwischen Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung führende Strömung und die Strömung des Wärmeträgers durch Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung so weit voneinander entkoppelt, daß sich die Temperaturprofil von Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung entlang deren Längsrichtung weitest möglich an den Gleichgewichtszustand annähern können. Ein weiterer Vorteil ist es, daß der Stoff- und Wärmeübergang zwischen Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung weitestgehend nach der Höhe der Temperatur geordnet erfolgt, d. h. von hoher Temperatur zu hoher Temperatur, von mittlerer Temperatur zu mittlerer Temperatur und von niedrigerer Temperatur zu niedrigerer Temperatur, was wiederum eine weitest mögliche Annäherung an den Gleichgewichtszustand ermöglicht. Schließlich ist es ein Vorteil, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Verlauf der den verdampften Stoff führenden Strömung parallel zur Verdampfereinrichtung bzw. zur Kondensatoreinrichtung im wesentlichen vermieden wird, weil dadurch weniger Irreversibilitäten und damit Verluste durch Vermischung von Strömungen unterschiedlicher Temperatur sowohl auf Seite des Wärmeträgers als auch auf Seite der den verdampften Stoff führenden Strömung auftreten.

[0020] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die den verdampften Stoff führende Strömung in einer geschlossenen Schleife auf einem ersten Weg von der Verdampfereinrichtung zur Kondensatoreinrichtung geführt wird und auf einem von dem ersten Weg getrennten zweiten Weg von der Kondensatoreinrichtung wieder zur Verdampfereinrichtung geführt wird. Der Vorteil hiervon ist eine Verbesserung des Wirkungsgrades, weil die Strömungsverhältnisse der den verdampften Stoff führenden Strömung verbessert und "Strömungskurzschlüsse" vermieden werden.

[0021] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, daß der Wärmeträger die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung im Gegenstrom durchströmen, und daß die den verdampften Stoff führende Strömung im Querstrom durch die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung geführt wird.

[0022] Gemäß einer speziellen Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Längsrichtung von Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung im wesentlichen horizontal verläuft.

[0023] Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Längsrichtung von Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung schräg ge-

neigt zur Horizontalrichtung verläuft, wobei das erste Ende höher als das zweite Ende angeordnet ist. Der Vorteil hier von ist es, daß aufgrund der höheren Lage des ersten Endes, an welchem der Wärmeträger in die Verdampfereinrichtung eintritt bzw. der Wärmeträger aus der Kondensatoreinrichtung austritt und welches daher die höhere Temperatur aufweist, eine Stabilisierung der den verdampften Stoff führenden Strömung erfolgt und damit Verluste durch Mischung vermieden werden können.

[0024] Vorzugsweise ist es vorgesehen, daß die den verdampften Stoff führende Strömung quer zur Längsrichtung horizontal oder vertikal durch die Verdampfereinrichtung und/oder die Kondensatoreinrichtung geführt wird.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Wärmeträgerströmungen im wesentlichen in Längsrichtung durch die Verdampfereinrichtung und/oder die Kondensatoreinrichtung geführt werden. Der Vorteil hiervon ist es, daß die den verdampften Stoff führende Strömung im wesentlichen quer zur Grundrichtung der Strömung des Wärmeträgers durch die Verdampfereinrichtung bzw. die Kondensatoreinrichtung (wenn man von anderen, sich jedoch im Endeffekt sich aufhebenden Strömungsrichtungen innerhalb der Verdampfereinrichtung bzw. der Kondensatoreinrichtung beispielsweise bei zick-zack-förmiger oder meandersförmiger Strömungsführung innerhalb von Verdampfereinrichtung oder Kondensatoreinrichtung absieht) geführt wird; was wiederum das Entstehen von Irreversibilitäten verhindert und den Wirkungsgrad erhöht.

[0026] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, daß der Transport des verdampften Stoffs durch freie Konvektion in einer Strömung erfolgt, die durch den Temperaturunterschied zwischen Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung angetrieben wird. Ein Vorteil hiervon ist es, daß keine Mittel vorgesehen und keine Energie aufgewandt werden müssen, um die Strömung als Zwangströmung anzutreiben. Ein anderer, wesentlicher Vorteil der freien Konvektion ist es, daß dadurch eine Selbstregulierung der den verdampften Stoff führenden Strömung und der Temperaturprofile von Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung im Sinne eines weitest möglichen Erreichens des Gleichgewichtszustands erfolgt.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, daß der Wärmeträger innerhalb der Verdampfereinrichtung und/oder der Kondensatoreinrichtung zick-zack-förmig oder meandersförmig geführt wird.

[0028] Gemäß einer anderen Ausführungsform ist es vorgesehen, daß der Wärmeträger innerhalb der Verdampfereinrichtung und/oder der Kondensatoreinrichtung in mehreren parallelen Teilströmen geführt wird.

[0029] Vorzugsweise wird der verdampfte Stoff in einem bezüglich des Stofftransports inerten Gas, insbesondere Luft oder Stickstoff transportiert.

[0030] Vorzugsweise ist es vorgesehen, daß der Wärmeträger nach Aufnahme der Kondensationswärme an der Kondensatoreinrichtung mittels einer externen Wärmequelle auf höhere Temperatur gebracht und der Verdampfereinrichtung zugeführt wird.

[0031] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß der Wärmeträger in einem im wesentlichen geschlossenen Kreislauf zwischen der Kondensatoreinrichtung und der Verdampfereinrichtung zirkuliert wird.

[0032] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die externe Wärmequelle durch Verbrennung von fossilem Brennstoff oder durch Abwärme einer Wärmekraftmaschine

gebildet.

[0033] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die externe Wärmequelle durch Solarenergie gebildet ist, wobei der Wärmeträger zur Aufnahme solare Strahlungsenergie von einer Solarkollektoreinrichtung aufnimmt.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird der Wärmeträger nach Verlassen der Verdampfereinrichtung zur Abgabe von Abwärme gekühlt oder mit kälterem Wärmeträger gemischt und der Kondensatorcircuitung zugeführt.

[0035] Gemäß einer bevorzugten Anwendung wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Destillieren von Wasser aus Meerwasser oder Brackwasser angewendet.

[0036] Gemäß einer anderen vorteilhaften Anwendung dient das Verfahren zum Aufkonzentrieren von in einer Flüssigkeit, insbesondere Wasser, gelösten Schadstoffen.

[0037] Vorrichtungsmäßig wird die gestellte Aufgabe gemäß der vorliegenden Erfindung gelöst durch eine Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung, mit einer von einem Wärmeträger durchströmt, eine Verdampferfläche aufweisenden Verdampfereinrichtung, an der der flüssige Stoff unter Zufuhr von Wärme durch den Wärmeträger verdampft wird, und mit einer von einem Wärmeträger durchströmt, einer Kondensatorfläche aufweisenden Kondensatoreinrichtung, an der der flüssige Stoff unter Abgabe von Wärme an den Wärmeträger kondensiert wird, mit einer an der Kondensatoreinrichtung angeordneten Vorrichtung zum Sammeln des kondensierten flüssigen Stoffs, und mit einer die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung einschließenden Ummantelung, welche einen Strömungsweg für eine den verdampften Stoff transportierende Strömung zwischen Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung bildet. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, daß der Wärmeträger eine von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung verschiedene Flüssigkeit ist, wobei die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung jeweils flüssigkeitsun-durchlässige, jedoch gut wärmefähige Wandungen aufweisen, durch welche der Wärmeträger von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung getrennt ist, daß die Kondensatoreinrichtung und die Verdampfereinrichtung von demselben Wärmeträger durchströmt werden, und daß Mittel zur Zuführung und Verteilung der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung an die Oberfläche der Verdampfereinrichtung vorgesehen sind.

[0038] Der besondere Vorteil liegt darin, daß in Hinblick auf das Verhältnis von Latentwärme zu sensibler Wärme der Massendurchsatz des Wärmeträgers sehr viel höher eingesetzt werden kann als der Durchsatz, mit der die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung über die Verdampferfläche der Verdampfereinrichtung geführt wird. Weiterhin kann ein Wärmeträger verwendet werden, der in Hinblick auf Korrosionsverhalten, Frostbeständigkeit o. ä. für die Erfordernisse der Destillationsvorrichtung vorteilhaft ist. (In der Kondensatoreinrichtung ist der Wärmeträger ohnehin hermetisch von der den verdampften flüssigen Stoff enthaltenden Strömung getrennt.)

[0039] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform sind die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung jeweils längsausgedehnte Gebilde, die jeweils ein erstes Ende mit höherer Temperatur und ein zweites Ende mit niedrigerer Temperatur aufweisen, wobei der Wärmeträger die Verdampfereinrichtung vom ersten Ende zum zweiten Ende durchströmt und der Wärmeträger die Kondensatoreinrichtung vom zweiten Ende zum ersten Ende durchströmt, und wobei für die den verdampften Stoff führende Strömung ein Strömungsweg vorgesehen ist, wel-

cher in der Verdampfereinrichtung und der Kondensatoreinrichtung im wesentlichen quer zu deren Längsausdehnung verläuft, wobei der Stofftransport des verdampften Stoffs jeweils von Bereichen hoher Temperatur der Verdampfereinrichtung zu Bereichen hoher Temperatur der Kondensatoreinrichtung und von Bereichen niedriger Temperatur der Verdampfereinrichtung zu Bereichen niedriger Temperatur der Kondensatoreinrichtung und von Bereichen mittlerer Temperatur der Verdampfereinrichtung zu Bereichen mittlerer Temperatur der Kondensatoreinrichtung erfolgt. (Auch ist gencint, daß die Bereiche hoher, mittlerer und niedriger Temperatur bei Verdampfereinrichtung bzw. Kondensatoreinrichtung vorzugsweise kontinuierlich verlaufen.)

[0040] Wie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt auch bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein wesentlicher Vorteil im Verlauf der den verdampften Stoff führenden Strömung quer zur Verdampfereinrichtung bzw. der Kondensatoreinrichtung, wodurch ein hoher Wirkungsgrad der Destillationsvorrichtung erreicht werden kann.

[0041] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß Mittel vorgesehen sind, um die den verdampften Stoff führende Strömung in einer geschlossenen Schleife auf einem ersten Weg von der Verdampfereinrichtung zur Kondensatoreinrichtung zu führen, und auf einem von dem ersten Weg getrennten zweiten Weg von der Kondensatoreinrichtung wieder zur Verdampfereinrichtung zu führen. Der Vorteil hiervon ist eine Verbesserung des Wirkungsgrades der Vorrichtung, weil die Strömungsverhältnisse für die den verdampften Stoff führende Strömung verbessert und "Strömungskurzschlüsse" vermieden werden.

[0042] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform hiervon ist es vorgesehen, daß zwischen der Verdampfereinrichtung und der Kondensatoreinrichtung eine Trennwand angeordnet ist, wobei die Mittel, um die den verdampften Stoff führende Strömung in einer geschlossenen Schleife auf dem ersten Weg von der Verdampfereinrichtung zur Kondensatoreinrichtung und auf dem von dem ersten Weg getrennten zweiten Weg von der Kondensatoreinrichtung wieder zurück zur Verdampfereinrichtung zu führen, durch die Trennwand gebildet sind, um die die Strömung herum geführt wird.

[0043] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es vorgesehen, daß die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung jeweils längsausgedehnte Gebilde sind und im wesentlichen parallel zueinander verlaufen, wobei das erste Ende der Verdampfereinrichtung dem ersten Ende der Kondensatoreinrichtung benachbart ist und das zweite Ende der Verdampfereinrichtung dem zweiten Ende der Kondensatoreinrichtung benachbart ist. Der Vorteil der benachbarten und parallelen Anordnung von Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung ist es, daß die den verdampften Stoff führende Strömung auf dem kürzesten Wege und damit bei geringstem Widerstand zwischen Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung zirkulieren kann.

[0044] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung hat auch die die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung einschließende Umhüllung eine längsausgedehnte und im wesentlichen parallel zur Längsausdehnung von Verdampfereinrichtung bzw. Kondensatoreinrichtung verlaufende Form.

[0045] Vorzugsweise hat die die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung einschließende Umhüllung einen rechteckigen oder einen kreisförmigen Querschnitt.

[0046] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es vorgesehen, daß die die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung

einschließende Umhüllung einen Strömungsweg für die den verdampften Stoff führende Strömung in Form einer geschlossenen Schleife bildet, wobei der Strömungsweg einen ersten Weg definiert, auf dem die Strömung von der Verdampfereinrichtung zur Kondensatoreinrichtung geführt wird, und einen zweiten Weg definiert, der von dem ersten Weg getrennt ist und auf dem die Strömung von der Kondensatoreinrichtung wieder zur Verdampfereinrichtung geführt wird.

5 [0047] Die letztgenannte Ausführungsform ist vorzugsweise dadurch weitergebildet, daß die Verdampfereinrichtung und/oder die Kondensatoreinrichtung quer zu der Längsrichtung verlaufende Strömungswege aufweisen, durch die die Verdampfereinrichtung bzw. die Kondensatoreinrichtung von einer ersten Seite zu einer zweiten Seite durchströmt werden und die jeweils Teilstücke des den verdampften Stoff in Form einer geschlossenen Schleife führenden Strömungswegs sind.

10 [0048] Gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung gerade, längsausgedehnte, parallel zueinander angeordnete Gebilde.

15 [0049] Gemäß einer Ausführungsform sind dabei die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung mit ihrer Längsausdehnung im wesentlichen horizontal verlaufend angeordnet.

20 [0050] Gemäß einer alternativen Ausführungsform sind die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung mit ihrer Längsausdehnung in einer Richtung schräg zur Horizontalrichtung verlaufend angeordnet, wobei das erste, die höhere Temperatur aufweisende Ende höher als das zweite Ende angeordnet ist. Wie bereits früher im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläutert, ist dies vorteilhaft im Hinblick auf die Stabilisierung der den verdampften Stoff führenden Strömung, wodurch eine Vermischung von Teilströmungen unterschiedlicher Temperatur und damit eine Verminderung des Wirkungsgrads vermieden wird.

25 [0051] Gemäß einer Ausführungsform, welche von besonderem Vorteil und von besonderer eigenständiger erforderlicher Bedeutung ist, sind die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung und die diese einschließende Umhüllung um eine vertikale Achse spiralförmig bzw. helixförmig gewunden angeordnet, wobei sich das erste, die höhere Temperatur aufweisende Ende von Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung oben befindet. Ein erster Vorteil dieser Ausführungsform liegt wiederum in der Stabilisierung der den verdampften Stoff führenden Strömung in der Weise, daß dem helixförmigen Verlauf von Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung folgend von oben nach unten auch die Temperatur der den verdampften Stoff führenden Strömung abnimmt und damit eine hohe Stabilität ohne gegenseitige Durchmischung von Teilströmungen unterschiedlicher Temperatur erreicht wird.

30 [0052] Ein weiterer Vorteil ist es, daß die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung sich parallel zueinander über eine verhältnismäßig große Länge erstrecken können, wodurch weitestgehend ein Betrieb nahe dem Gleichgewichtszustand und damit ein hoher Wirkungsgrad erzielbar sind, und andererseits die Vorrichtung keinen zu hohen Platzbedarf zeigt.

35 [0053] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung nebeneinander verlaufend angeordnet, wo bei der Verdampfereinrichtung im wesentlichen vertikal ausgerichtete Verdampferflächen aufweist, an denen die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung unter Wirkung der Schwerkraft vertikal nach unten fließt, und wo

bei der Strömungsweg für die den verdampften Stoff führende Strömung von unten nach oben durch die Verdampfereinrichtung und von oben nach unten durch die Kondensatoreinrichtung verläuft und dazwischen die Oberseite der Verdampfereinrichtung mit der Oberseite der Kondensatoreinrichtung verbindet und die Unterseite der Kondensatoreinrichtung mit der Unterseite der Verdampfereinrichtung verbindet. Der Vorteil hiervon ist es, daß bereits geringe zwischen der Verdampfereinrichtung und der Kondensatoreinrichtung bestehende Temperaturunterschiede ausreichen, um bei freier Konvektion einen hohen Stoffübergang zwischen Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung und damit einen hohen Wirkungsgrad zu realisieren.

[0053] Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung übereinander verlaufend angeordnet ist, wobei die Verdampfereinrichtung im wesentlichen horizontal ausgerichtete Verdampferflächen aufweist, an denen die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung entlangströmt, und wobei der Strömungsweg für die den verdampften Stoff führende Strömung im wesentlichen horizontal und quer zur Längsausdehnung durch die Verdampfereinrichtung führt und von oben nach unten durch die Kondensatoreinrichtung führt, und die Seite, an der die Strömung aus der Verdampfereinrichtung austritt, mit der Oberseite der Kondensatoreinrichtung verbindet und die Unterseite der Kondensatoreinrichtung mit der Seite der Verdampfereinrichtung verbindet, an der die Strömung in die Verdampfereinrichtung eintritt. Der Vorteil dieser Ausführungsform ist es, daß die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung gleichmäßig auf den Verdampferflächen verteilt wird, lange auf diesen verbleibt und nur langsam ausgetauscht wird, wodurch Verluste klein gehalten werden.

[0054] Gemäß einer besonders vorteilhaften praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Verdampfereinrichtung und/oder die Kondensatoreinrichtung durch eine Anzahl von von dem Wärmeträger durchströmten, parallel angeordneten plattenförmigen Elementen gebildet.

[0055] Vorzugsweise sind die die Verdampfereinrichtung bildenden plattenförmigen Elemente vertikal oder horizontal angeordnet.

[0056] Die die Kondensatoreinrichtung bildenden plattenförmigen Elemente sind vorzugsweise vertikal angeordnet. Diese Anordnung ermöglicht es, die in der Kondensatoreinrichtung aufgrund der Abkühlung der umlaufenden Strömung auftretenden Abtriebskräfte als "Motor" zu verwenden.

[0057] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die die Verdampfereinrichtung bildenden plattenförmigen Elemente vertikal angeordnet sind, und daß an ihrer Oberseite eine sich in Richtung der Längsausdehnung der plattenförmigen Elemente erstreckende Einrichtung zur gleichmäßigen Verteilung der zu verdampfenden Flüssigkeit auf die Oberfläche der plattenförmigen Elemente vorgesehen ist.

[0058] Gemäß einer Weiterbildung hiervon ist es vorgesehen, daß die Einrichtung zur Verteilung der zu verdampfenden Flüssigkeit durch ein oder mehrere Röhrchen gebildet ist, die sich längs der oberen Stirnseite der plattenförmigen Elemente erstrecken und Öffnungen zum Austritt der Flüssigkeit auf die Oberfläche der plattenförmigen Elemente aufweisen.

[0059] Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung sind die die Verdampfereinrichtung bildenden plattenförmigen Elemente horizontal angeordnet, und es sind Mittel zur Verteilung der zu verdampfenden Flüssigkeit auf

den Oberflächen der Platten vorgesehen.

[0060] Gemäß einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist auf den Oberflächen der die Verdampfereinrichtung bildenden plattenförmigen Elemente eine Fließschicht aus einem gut benetzbarer Material angeordnet, welche die zu verdampfende Flüssigkeit gleichmäßig an der Verdampferfläche verteilt hält.

[0061] Schließlich ist es gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, die Kondensatoreinrichtung und/oder die Verdampfereinrichtung durch Rohre zu bilden. Hierdurch kann der Aufbau von insbesondere der Kondensatoreinrichtung wesentlich vereinfacht werden.

[0062] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein im wesentlichen geschlossener Kreislauf vorgesehen, in welchem der Wärmeträger zwischen der Kondensatoreinrichtung und der Verdampfereinrichtung zirkuliert wird. Hierdurch ist es möglich, die in der Kondensatoreinrichtung in den Wärmeträger aufgenommene Kondensationswärme mit einem hohen Wirkungsgrad zur Verdampfereinrichtung zurückzuführen.

[0063] Gemäß einer Weiterbildung der bereits früher besonders hervorgehobenen Ausführungsform, bei der die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung zusammen mit der sie einschließenden Umhüllung um eine vertikale Achse spiralförmig bzw. helixförmig gewunden angeordnet sind, ist es vorgesehen, daß innerhalb der helixförmigen Anordnung von Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung ein Speicherbehälter zum Vorhalten des Verdampfereinrichtung zuzuführenden Wärmeträgers bei hoher Temperatur vorgesehen ist. Der Vorteil eines derartigen Speicherbehälters als solchen ist es, daß dadurch ein gleichmäßiger Dauerbetrieb der Destillationsvorrichtung auch bei intermittierender Erwärmung des Wärmeträgers durch eine externe Wärmequelle, etwa durch Solarenergie, möglich ist, wobei die erfindungsgemäße zentrale Anordnung eines solchen Speicherbehälters innerhalb der helixförmigen Anordnung Wärmeverluste verhindert.

[0064] Dabei ist es vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Verdampfereinrichtung und die Kondensatoreinrichtung mit ihrer Umhüllung und der Speicherbehälter in einem gemeinsamen isolierenden Gehäuse angeordnet sind. Dies verhindert Wärmeverluste gegenüber einer Anordnung, bei der Destillationsvorrichtung und Speicherbehälter in getrennten Gehäusen angeordnet sind.

[0065] Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

[0066] Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung einer Ausführungsform zur Erläuterung der Grundzüge der vorliegenden Erfindung;

[0067] Fig. 2a) und b) eine schematische Darstellung einer Anlage zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung, zum Beispiel zum Destillieren von Wasser aus Meerwasser oder Brackwasser, bei der das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwirklicht sind, wobei Fig. 2a) eine perspektivische Darstellung zeigt und Fig. 2b) eine Darstellung des Schaltschemas ist;

[0068] Fig. 3a) in perspektivischer Ansicht einer stark schematisierte Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung;

[0069] Fig. 3b) in der Stirnansicht das in Fig. 1 gezeigte Ausführungsbeispiel;

[0070] Fig. 3c) in der Schnittansicht eine schematische Darstellung eines abgeänderten Strömungsverlaufs für das in Fig. 3a) dargestellte erste Ausführungsbeispiel;

[0071] Fig. 4a) und b) jeweils eine Querschnittsansicht von praktischen Ausführungsformen eines ersten und eines

zweiten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung;

[0072] Fig. 5a) und b) jeweils eine Querschnittsansicht von praktischen Ausführungsformen eines dritten und eines vierten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung;

[0073] Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer praktischen Ausführungsform eines fünften Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung;

[0074] Fig. 7 eine Schnittansicht einer Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs gemäß einem weiteren, sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung in zwei Varianten;

[0075] Fig. 8a), b) und c) schematisierte, geschnittene Ansichten von Komponenten, aus welchen Verdampfereinrichtung und/oder Kondensatoreinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufgebaut sein können nach drei unterschiedlichen Ausführungsbeispielen;

[0076] Fig. 9a) und b) Querschnittsansichten von Details von Komponenten, welche die Verdampfereinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bilden können nach zwei unterschiedlichen Ausführungsbeispielen;

[0077] Fig. 10a) und b) Querschnittsansichten durch in einer gemeinsamen Umhüllung angeordnete Verdampfer- und Kondensatoreinrichtungen nach zwei Ausführungsbeispielen, wie sie Bestandteil des in Fig. 7 gezeigten sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Destillationsvorrichtung sein können;

[0078] Fig. 11a) und b) Querschnittsansichten von in einer gemeinsamen Umhüllung angeordneten Verdampfer- und Kondensatoreinrichtungen gemäß zwei weiteren Ausführungsformen, wie sie wiederum Bestandteil des in Fig. 7 dargestellten sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Destillationsvorrichtung sein können;

[0079] Fig. 11c) bis e) Seitenansichten von Abschnitten von Kondensatorvorrichtungen nach drei verschiedenen Ausführungsbeispielen, wie sie Bestandteil der erfindungsgemäßen Destillationsvorrichtung sein können;

[0080] Fig. 12a) und b) eine schematische perspektivische Ansicht bzw. eine schematische Seitenansicht einer Destillationsvorrichtung nach dem Stand der Technik; und [0081] Fig. 13 eine schematische Blockdarstellung der in Fig. 12 gezeigten Destillationsvorrichtungen nach dem Stand der Technik.

[0082] Fig. 1 zeigt in einer schematisierten Blockdarstellung eine Ausführungsform zur Erläuterung der Grundzüge der vorliegenden Erfindung. Eine insgesamt mit dem Bezugssymbol 100 versehene Destillationsvorrichtung dient zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung, etwa zum Destillieren von Wasser aus Meerwasser oder Brackwasser, oder zum Aufkonzentrieren von in einer Lösung enthaltenden Stoffen durch Entzug von Flüssigkeit. Die Destillationsvorrichtung 100 enthält eine Verdampfereinrichtung 101 und eine Kondensatoreinrichtung 102. Die Verdampfereinrichtung 101 und die Kondensatoreinrichtung 102 sind in einem gemeinsamen Gehäuse 105 angeordnet. Der Verdampfereinrichtung 101 wird bei O ein Wärmeträger mit hoher Temperatur T_2 zugeführt und durchströmt diese wie durch die Pfeile gezeigt ist. Der Kondensatoreinrichtung 102 wird der Wärmeträger bei niedrigerer Temperatur T_1 bei M zugeführt und durchströmt die Kondensatoreinrichtung 102 in der durch die Pfeile dargestellten Richtung. In der Verdampfereinrichtung 101 ist der Wärmeträger durch eine äußere Begrenzung der Verdampfereinrichtung 101 bildende Wandungen, auf welche später noch im einzelnen Bezug genommen wird, hermetisch eingeschlossen. Auf der Oberfläche der Verdampfereinrichtung 101 wird eine ei-

nen zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung verteilt, was später ebenfalls noch näher beschrieben wird. Der Wärmeträger und die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung sind in der Verdampfereinrichtung

- 5 101 also hermetisch voneinander getrennt. Unter Abgabe von Wärme aus dem Wärmeträger wird der flüssige Stoff an der Verdampfereinrichtung 101 aus der Lösung verdampft und in einer durch Pfeile lediglich andeutungsweise dargestellten Strömung von der Verdampfereinrichtung 101 zur
- 10 Kondensatoreinrichtung 102 transportiert und dort unter Aufnahme der Kondensationswärme durch den die Kondensatoreinrichtung 102 durchströmenden Wärmeträger kondensiert und gesammelt, wobei letzteres in Fig. 1 bei D dargestellt ist. Durch Abgabe von Wärme beim Verdampfen des flüssigen Stoffs an der Verdampfereinrichtung 101 kühlt der Wärmeträger von der Eingangstemperatur T_2 bei O auf eine Ausgangstemperatur T_1 bei P ab. Nach Abgabe von weiterer Wärme Q_A , etwa in einem Wärmetauscher oder durch Mischen mit kälterem Wärmeträger, wird der Wärmeträger mit einer Temperatur T_1' , die niedriger als die Temperatur T_1 ist, bei M der Kondensatoreinrichtung 102 zugeführt und durchströmt diese. Beim Durchströmen der Kondensatoreinrichtung 102 nimmt der Wärmeträger die beim Kondensieren des verdampften flüssigen Stoffs freiwerdende Kondensationswärme auf und erwärmt sich, wobei der Wärmeträger die Kondensatoreinrichtung 102 bei N mit einer Temperatur T_2' verlässt, welche niedriger als die Temperatur T_2 ist, mit der der Wärmeträger am ersten Ende A in die Verdampfereinrichtung 101 eintritt. Zwischen dem Verlassen der Kondensatoreinrichtung 102 und dem Eintritt in die Verdampfereinrichtung 101 wird der Wärmeträger durch Zufuhr von Wärme Q_B von der Temperatur T_2' auf die Temperatur T_2 erwärmt, was beispielsweise mittels eines Solarkollektors 121 erfolgt, durch den der Wärmeträger mittels einer Pumpe P gepumpt wird.
- 15 [0083] Fig. 2a) und b) zeigt in einer schematisierten perspektivischen Ansicht bzw. in einer schematisierten Seitenansicht Destillationsanlagen, welche eine Destillationsvorrichtung nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung als Bestandteil hat. Der Verdampfereinrichtung 101 wird an ihrem ersten Ende A der Wärmeträger mit hoher Temperatur T_2 zugeführt und durchströmt die Verdampfereinrichtung 101 in deren Längsrichtung, wie durch die Pfeile gezeigt ist. Der Kondensatoreinrichtung 102 wird der Wärmeträger bei niedrigerer Temperatur T_1' an deren zweitem Ende B zugeführt und durchströmt die Kondensatoreinrichtung 102 im Gegenstrom zur Strömungsrichtung des Wärmeträgers in der Verdampfereinrichtung 101 in der ebenfalls mit Pfeilen kenntlich gemachten Richtung. Unter
- 20 Abgabe von Wärme aus dem Wärmeträger wird der flüssige Stoff an der Verdampfereinrichtung 101 aus der Lösung verdampft und in einer durch die Pfeile kenntlich gemachten Strömung im wesentlichen in Richtung quer zur Längsrichtung von Verdampfereinrichtung 101 und Kondensatoreinrichtung 102 zu der Kondensatoreinrichtung 102 transportiert und dort unter Aufnahme der Kondensationswärme durch die Kondensatoreinrichtung 102 kondensiert und gesammelt, wobei letzteres in Fig. 2 nicht dargestellt ist. Durch Abgabe von Wärme beim Verdampfen des flüssigen Stoffs an der Verdampfereinrichtung 101 kühlt der Wärmeträger von der Eingangstemperatur T_2 am ersten Ende A auf eine Ausgangstemperatur T_1 am zweiten Ende B ab. Nach Abgabe von weiterer Wärme Q_A etwa in einem Wärmetauscher oder durch Mischen mit kälterem Wärmeträger wird der Wärmeträger mit einer Temperatur T_1' , welche niedriger als die Temperatur T_1 ist, am zweiten Ende B der Kondensatoreinrichtung 102 zugeführt und durchströmt diese im Gegenstrom zur Verdampfereinrichtung 101. Beim Durchströ-

men der Kondensatoreinrichtung 102 nimmt der Wärmeträger die beim Kondensieren des verdampften flüssigen Stoffs frei werdende Kondensationswärme auf und erwärmt sich dabei, wobei der Wärmeträger die Kondensatoreinrichtung 102 am ersten Ende A mit einer Temperatur T_2' verläßt, welche niedriger als die Temperatur T_2 ist, mit der der Wärmeträger am ersten Ende A in die Verdampfereinrichtung 101 eintritt. Zwischen dem Verlassen der Kondensatoreinrichtung 102 und dem Eintreten in die Verdampfereinrichtung 101 wird der Wärmeträger durch Zufuhr von Wärme Q_E von der Temperatur T_2' auf die Temperatur T_2 aufgewärmt, was bei der in Fig. 2 dargestellten Anlage mittels eines Solarkollektors 121 erfolgt, durch den der Wärmeträger mittels einer Pumpe P gepumpt wird.

[0084] Die Längsrichtung von Verdampfereinrichtung 101 und Kondensatoreinrichtung 102 verläuft horizontal oder schräg geneigt zur Horizontalrichtung.
 [0085] Fig. 3a) und b) zeigt in einer stark schematisierten perspektivischen Ansicht bzw. einer Schnittansicht eine Destillationsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, um daran die Grundzüge der Erfindung zu erläutern. Die insgesamt mit dem Bezugssymbol 100 versehene Destillationsvorrichtung dient zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung, etwa zum Destillieren von Wasser aus Meerwasser oder Brackwasser, oder zum Aufkonzentrieren von in der Lösung enthaltenen Stoffen durch Entzug von Flüssigkeit. Die Destillationsvorrichtung 100 enthält eine Verdampfereinrichtung 101 und eine Kondensatoreinrichtung 102. Die Verdampfereinrichtung 101 und die Kondensatoreinrichtung 102 sind jeweils längsausgedehnte Gebilde und werden von einem Wärmeträger durchströmt. In der Verdampfereinrichtung 101 wird der flüssige Stoff unter Zufuhr von Wärme durch den Wärmeträger verdampft und von dort zu der Kondensatoreinrichtung 102 transportiert, wo der flüssige Stoff unter Abgabe von Wärme an den Wärmeträger kondensiert wird. Die Verdampfereinrichtung 101 und die Kondensatoreinrichtung 102 haben jeweils ein erstes Ende A mit höherer Temperatur und ein zweites Ende B mit niedrigerer Temperatur. Die Verdampfereinrichtung 101 wird von dem Wärmeträger vom ersten Ende A zum zweiten Ende B durchströmt, und die Kondensatoreinrichtung 102 wird von dem Wärmeträger vom zweiten Ende B zum ersten Ende A durchströmt. Diese Grundströmungsrichtung ist in Fig. 3a) durch die mit doppelten Linien gezeichneten Pfeile gezeigt, wobei die Strömung innerhalb von Verdampfereinrichtung 101 und Kondensatoreinrichtung 102 jedoch nicht notwendigerweise streng in dieser Richtung geführt werden muß, sie kann im Inneren auch zick-zack-förmig oder meanderförmig geführt sein, wie später noch anhand der Fig. 8 erläutert wird.

[0086] Wie durch die mit einfachen Linien gezeichneten Pfeile in Fig. 3a) und b) dargestellt ist, wird der an der Verdampfereinrichtung 101 aus der Lösung verdampfte flüssige Stoff in einer Strömung geführt, die in einer Richtung quer zur Verdampfereinrichtung 101 und quer zur Kondensatoreinrichtung 102 strömt. Dabei erfolgt der Stofftransport des verdampften Stoffs jeweils von einem Bereich A_V hoher Temperatur der Verdampfereinrichtung 101 zu einem Bereich B_K hoher Temperatur der Kondensatoreinrichtung 102, von einem Bereich B_V mittlerer Temperatur der Verdampfereinrichtung 101 zu einem Bereich mittlerer Temperatur B_K der Kondensatoreinrichtung 102 und von einem Bereich C_V niedrigerer Temperatur der Verdampfereinrichtung 101 zu einem Bereich C_K niedrigerer Temperatur der Kondensatoreinrichtung 102, wobei natürlich die Temperaturen bei A_V, B_V, C_V an der Verdampfereinrichtung 101 jeweils höher liegen als die Temperaturen der zugeordneten Bereiche A_K, B_K und C_K an der Kondensatoreinrichtung

- 102, um einen Stofftransport von der Verdampfereinrichtung 101 zur Kondensatoreinrichtung 102 zu ermöglichen. [0087] Vorzugsweise wird, wie die Querschnittsdarstellung in Fig. 3c) zeigt, die den verdampften Stoff führende Strömung in einer geschlossenen Schleife auf einem ersten Weg I von der Verdampfereinrichtung 101 zur Kondensatoreinrichtung 102 geführt und auf einem von dem ersten Weg getrennten zweiten Weg II von der Kondensatoreinrichtung 102 wieder zur Verdampfereinrichtung 101 geführt.
 [0088] Wie Fig. 3c) auch zeigt, sind die Verdampfereinrichtung 101 und die Kondensatoreinrichtung 102 von einer gemeinsamen Umhüllung 105 umgeben, welche zusammen mit einer zwischen der Verdampfereinrichtung 101 und der Kondensatoreinrichtung 102 angeordneten Trennwand 107 die Strömungswege I und II definieren. Im Inneren der Verdampfereinrichtung 101 wird die den verdampften Stoff führende Strömung quer zur Längsausdehnung bzw. Längsrichtung der Verdampfereinrichtung 101 von unten nach oben durch die Verdampfereinrichtung 101 geführt, in der Kondensatoreinrichtung 102 wird die den verdampften Stoff führende Strömung quer zur Längsrichtung der Kondensatoreinrichtung 102 von oben nach unten durch diese geführt, so daß sich insgesamt der durch die Pfeile dargestellte geschlossene Strömungsweg für die den verdampften Stoff führende Strömung ergibt.
 [0089] Bei dem in Fig. 3a) bis c) gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Verdampfereinrichtung 101 und die Kondensatoreinrichtung 102 jeweils längsausgedehnte und im wesentlichen parallel zueinander verlaufende Gebilde, wobei das erste Ende A der Verdampfereinrichtung 101 dem ersten Ende A der Kondensatoreinrichtung 102 benachbart ist und das zweite Ende B der Verdampfereinrichtung 101 dem zweiten Ende B der Kondensatoreinrichtung 102 benachbart ist. Die in Fig. 3c) gezeigte Umhüllung 105, welche die Verdampfereinrichtung 101 und die Kondensatoreinrichtung 102 einschließt, hat eine längs ausgedehnte und im wesentlichen parallel zur Längsausdehnung von Verdampfereinrichtung 101 und Kondensatoreinrichtung 102 verlaufende Form.
 [0090] An der Unterseite der Umhüllung 105 ist unterhalb der Kondensatoreinrichtung 102 eine Vorrichtung 106 zum Sammeln des an der Kondensatoreinrichtung 102 destillierten flüssigen Stoffs angeordnet.
 [0091] Anhand der Fig. 4 bis 6 sollen nun fünf praktische Ausführungsformen von Destillationsvorrichtungen anhand von Querschnittsdarstellungen durch diese erläutert werden: Fig. 4a) zeigt eine Destillationsvorrichtung 100, bei der eine Verdampfereinrichtung 101 und eine Kondensatoreinrichtung 102 von einem gemeinsamen Gehäuse bzw. einer Umhüllung 105 eingeschlossen sind. Die Verdampfereinrichtung 101 und die Kondensatoreinrichtung 102 sind jeweils durch plattenförmige Elemente 109, 110 gebildet, welche vertikal angeordnet sind und mit ihrer Längsrichtung horizontal oder schräg geneigt zur Horizontalrichtung verlaufen.
 [0092] Die plattenförmigen Elemente 109, 110 werden im Gegenstrom vom Wärmeträger durchströmt. Der Wärmeträger ist durch jeweilige Wandungen 119, 120 der plattenförmigen Elemente 109, 110 hermetisch eingeschlossen. Zwischen der Verdampfereinrichtung 101 und der Kondensatoreinrichtung 102 ist eine Trennwand 107 angeordnet, welche zusammen mit dem Gehäuse 105 einen Strömungsweg für eine den verdampften flüssigen Stoff von der Verdampfereinrichtung 101 zur Kondensatoreinrichtung 102 führenden Strömungsweg bildet. Die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung wird mittels Verteilerröhren 108 an der Oberseite der die Verdampfereinrichtung 101 bildenden plattenförmigen Elemente 109 zugeführt und auf einer Verdampferfläche 103 an der Oberfläche der die Verdampf-

fereinrichtung 101 bildenden plattenförmigen Elemente 109 verteilt. Der von der Verdampferfläche 103 verdampfende flüssige Stoff wird von einer aufgrund des Temperaturunterschieds zwischen der Verdampfereinrichtung 101 und der Kondensatoreinrichtung 102 in der Verdampfereinrichtung 101 quer zu deren Längsrichtung aufsteigenden Strömung aufgenommen, von der Oberseite der Verdampfereinrichtung 101 zur Oberseite der Kondensatoreinrichtung 102 transportiert und an Kondensatorflächen 104 der die Kondensatoreinrichtung 102 bildenden plattenförmigen Elemente 110 kondensiert. Dabei sinkt die den verdampften flüssigen Stoff führende Strömung in der Kondensatoreinrichtung 102 quer zu deren Längsrichtung nach unten und wird von der Unterseite der Kondensatoreinrichtung 102 zur Unterseite der Verdampfereinrichtung 101 geführt, womit der den verdampften flüssigen Stoff führende Strömungsweg geschlossen ist.

[0092] Unter der Kondensatoreinrichtung 102 ist eine Vorrichtung 106 zum Sammeln des kondensierten flüssigen Stoffs vorgesehen, von wo dieser nach Außen abgeführt werden kann. Unter der Verdampfereinrichtung 101 befindet sich in ähnlicher Weise eine Vorrichtung 113 zum Sammeln der über die Verteilerröhren 108 zugeführten und an der Verdampferfläche 103 der Verdampfereinrichtung 101 verteilten, den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung, welche unter Wirkung der Schwerkraft an der Verdampferfläche 103 nach unten fließt.

[0093] Fig. 4b) zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Destillationsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung, welches dem in Fig. 4a) gezeigten ersten Ausführungsbeispiel insofern gleicht, als daß wiederum eine Verdampfereinrichtung 101 und eine Kondensatoreinrichtung 102' von einem Gehäuse bzw. einer Umhüllung 105 umgeben sind. Auch ist unter der Kondensatoreinrichtung 102' eine Sammelvorrichtung 106 für den destillierten Stoff und unter der Verdampfereinrichtung 101 eine Sammelvorrichtung 113 für die abfließende Lösung angeordnet. Abweichend von dem in Fig. 4a) gezeigten ersten Ausführungsbeispiel ist hier jedoch die Kondensatoreinrichtung 102' durch ein Bündel von dem Wärmeträger durchströmten Wärmetauscherrohren 112' gebildet, deren Wandung 120 an ihrer Oberfläche eine Kondensatorfläche 104' zur Verfügung stellen. Die den verdampften flüssigen Stoff führende Strömung strömt quer durch die durch die Wärmetauscherrohre 112' gebildete Kondensatoreinrichtung 102', wobei der verdampfte flüssige Stoff an der Oberfläche 104' der Wärmetauscherrohre 112' kondensiert und die dabei frei werdende Wärme an den durch das Innere der Wärmetauscherrohre 112' fließenden Wärmeträger abgegeben wird.

[0094] Bei den in Fig. 5a) und b) gezeigten dritten und vierten Ausführungsbeispielen sind Destillationsvorrichtungen 100 bzw. 101' dargestellt, welche wiederum längsausgedehnte Verdampfereinrichtungen 101' und Kondensatoreinrichtungen 102 bzw. 102' aufweisen. Abweichend zu den in Fig. 4 dargestellten ersten und zweiten Ausführungsbeispielen weisen die Verdampfereinrichtungen 101' jedoch im wesentlichen horizontal ausgerichtete Verdampferflächen 103' auf, welche mit Abstand vertikal übereinander angeordnet sind und von der den verdampften flüssigen Stoff führenden Strömung im wesentlichen horizontal, jedoch wiederum quer zur Längsausdehnung bzw. Längsrichtung der Verdampfereinrichtung 101' durchströmt werden. Wie aus der Figur ersichtlich ist, ist zwischen der Verdampfereinrichtung 101' und der Kondensatoreinrichtung 102 bzw. 102' wiederum eine vertikal ausgerichtete Trennwand 107 angeordnet, welche sich an ihrer Unterseite jedoch noch in einem im wesentlichen horizontal verlaufenden Schenkel 107' fortsetzt, welcher unter der Verdampfereinrichtung 101'

und im wesentlichen parallel zu den Verdampferflächen 103' verläuft. Die Kondensatoreinrichtungen 102 bzw. 102' sind ähnlich wie bei den in Fig. 4a) und b) gezeigten ersten und zweiten Ausführungsbeispielen jeweils wiederum durch vertikal verlaufende Kondensatorelemente 110 in Form von plattenförmigen Elementen (Fig. 5a) oder durch ein Bündel von Wärmetauscherrohren 112' (Fig. 5b) gebildet. Die den verdampften flüssigen Stoff führende Strömung sinkt in der Kondensatoreinrichtung 102 (Fig. 5a)) bzw. in der Kondensatoreinrichtung 102' (Fig. 5b)) quer zu deren Längsausdehnung nach unten und strömt unter dem horizontalen Schenkel 107' der Trennwand 107 vorbei zur linken Seite der Verdampferelemente 109', verteilt sich dort in mehrere Teilströme, strömt quer zur Längsausdehnung der Verdampfereinrichtung 101' an den Verdampferflächen 103' vorbei nach rechts und steigt an der Trennwand 107 nach oben und weiter zur Oberseite der Kondensatoreinrichtung 102 bzw. 102'. Unter der Verdampfereinrichtung 102' und der Kondensatoreinrichtung 102 bzw. 102' sind wiederum Sammelvorrichtungen für die Abflußmenge der von der Verdampfereinrichtung 101' abfließenden Lösung 113 bzw. für den an der Kondensatoreinrichtung 102 bzw. 102' kondensierten flüssigen Stoff 106 vorgesehen.

[0095] Die möglichen Ausführungsformen der Verdampfereinrichtungen 101' werden später noch unter Bezugnahme auf Fig. 9b) bis d) erklärt.

[0096] In Fig. 6 ist in einer Querschnittsansicht eine Destillationsvorrichtung 200 gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. In einem gemeinsamen Gehäuse bzw. einer Umhüllung 205 sind im wesentlichen parallel zueinander verlaufend eine Verdampfereinrichtung 201 und eine Kondensatoreinrichtung 202 angeordnet. Die Verdampfereinrichtung 201 enthält mehrere in Längsrichtung der Verdampfereinrichtung 201 verlaufende und im wesentlichen horizontal ausgerichtete Verdampferflächen 203 und ist durch eine Anzahl von Verdampferelementen 209 gebildet, an welchen sich die Verdampferflächen 203 befinden. Über der Verdampfereinrichtung 201 ist die Kondensatoreinrichtung 202 angeordnet, welche durch eine Anzahl von Kondensatorelementen 210 gebildet ist, die in die Längsrichtung der Kondensatoreinrichtung 202 verlaufen und im wesentlichen vertikal ausgerichtet sind. Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Verdampferelemente 209 der Verdampfereinrichtung 201 und die Kondensatorelemente 210 der Kondensatoreinrichtung 202 jeweils durch von dem Wärmeträger durchströmte plattenförmige Elemente gebildet. Die die zu verdampfende Flüssigkeit enthaltende Lösung wird mittels einer in Fig. 6 nicht eigens dargestellten Einrichtung an der Verdampferfläche 203 der Verdampfereinrichtung 201 verteilt. Zwischen der Verdampfereinrichtung 201 und der Kondensatoreinrichtung 202 ist eine Trennwand 207 angeordnet, welche vertikal ausgerichtet ist und die sich an ihrer Unterseite in einem im wesentlichen horizontal verlaufenden Schenkel 207' fortsetzt. Der horizontal verlaufende Schenkel 207' der Trennwand trennt die Unterseite der Kondensatoreinrichtung 202 von der Oberseite der Verdampfereinrichtung 201 und bildet gleichzeitig eine Sammelvorrichtung 206 für den an der Kondensatoreinrichtung 202 kondensierenden flüssigen Stoff. Die den verdampften flüssigen Stoff führende Strömung sinkt zwischen den Kondensatorelementen 210 in der Kondensatoreinrichtung 202 nach unten, strömt zur rechten Seite der Verdampfereinrichtung 201, wird zwischen den einzelnen Verdampferelementen 209 im wesentlichen quer zu deren Längsrichtung und im wesentlichen horizontal an den Verdampferflächen 203 vorbei nach links geführt, steigt zwischen der Trennwand 207 und dem Gehäuse 205 nach oben und wird zur Oberseite der Kondensatorein-

richtung 202 geführt, wodurch der Kreislauf für die den verdampften flüssigen Stoff führende Strömung geschlossen ist.

[0097] Alternative Ausführungsformen der Verdampferelemente 209 werden später anhand der Fig. 9b) bis d) erklärt, darunter solche, bei denen die zu verdampfende Flüssigkeit enthaltende Lösung selbst den Wärmeträger bildet.

[0098] Fig. 7 zeigt ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei in Fig. 7a) auf der linken Seite der doppelt durchgezogenen Trennungslinie eine erste Variante und in Fig. 7b) auf der rechten Seite eine zweite Variante gezeigt ist.

[0099] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine insgesamt mit 300 bzw. 300' bezeichnete Destillationsvorrichtung spiralförmig bzw. helixförmig gewunden in einem isolierenden Gehäuse 314 angeordnet. Die Destillationsvorrichtung 300; 300' enthält eine Verdampfereinrichtung 301; 301' und eine Kondensatoreinrichtung 302; 302'. Zwischen Verdampfereinrichtung und Kondensatoreinrichtung ist eine Trennwand 307; 307' angeordnet. Verdampfereinrichtung 301; 301' und Kondensatoreinrichtung 302; 302' sind von einer gemeinsamen Umhüllung 305; 305' umgeben, welche parallel sich zu diesen erstreckt und dem helixförmigen Verlauf der Anordnung folgt.

[0100] Bei den beiden in Fig. 7a) und b) dargestellten Varianten ist die Verdampfereinrichtung 301; 301' durch Verdampferelemente 309; 309' gebildet, welche mit ihrer Längsrichtung dem helixförmigen Verlauf der Destillationsvorrichtung 300; 300' folgend angeordnet und vertikal ausgerichtet sind. Bei der in Fig. 7a) gezeigten ersten Variante ist die Kondensatoreinrichtung 302 durch Kondensatorelemente 310 gebildet, die ebenfalls mit ihrer Längsrichtung dem helixförmigen Verlauf der Destillationsvorrichtung 300 folgend angeordnet und vertikal ausgerichtet sind. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind diese Kondensatorelemente 310 durch in ihrer Längsrichtung durchströmte plattenförmige Elemente gebildet. Die Verdampferelemente 309 können ebenfalls durch plattenförmige Elemente gebildet sein, die in ihrer Längsrichtung von dem Wärmeträger durchströmt werden und an ihrer Oberfläche eine Verdampferfläche 303 aufweisen. Bei der in Fig. 7b) gezeigten zweiten Variante des Ausführungsbeispiels ist die Kondensatoreinrichtung 302' durch ein dem helixförmigen Verlauf der Destillationsvorrichtung 300' folgendes Bündel von Wärmetauscherrohren 312' gebildet.

[0101] Bei der helixförmigen Anordnung der Destillationsvorrichtung 300; 300' sind das erste Ende A der Verdampfereinrichtung 301; 301' und der Kondensatoreinrichtung 302; 302' oben angeordnet, die zweiten Enden B von Verdampfereinrichtung 301; 301' und Kondensatoreinrichtung 302; 302' sind unten angeordnet. Die Verdampfereinrichtung 301; 301' wird vom ersten Ende A dem helixförmigen Verlauf folgend zum zweiten Ende B hin von oben nach unten durchströmt, die Kondensatoreinrichtung 302; 302' wird vom zweiten Ende B dem helixförmigen Verlauf folgend von unten nach oben zum ersten Ende A hin durchströmt, wobei der Wärmeträger der Verdampfereinrichtung 301; 301' beim ersten Ende A mit der hohen Temperatur T_2 zugeführt und beim zweiten Ende B mit der niedrigen Temperatur T_1 abgeführt und der Wärmeträger der Kondensatoreinrichtung 302; 302' beim zweiten Ende B mit der niedrigen Temperatur T_1' zugeführt und beim ersten Ende A mit der hohen Temperatur T_2' abgeführt wird, wobei gilt: $T_2 > T_2'$ und $T_1 > T_1'$, vgl. die vorherige Erläuterung zu Fig. 3. Das die höhere Temperatur aufweisende erste Ende A der Destillationsvorrichtung 300; 300' liegt somit oben, das die niedrigere Temperatur aufweisende zweite Ende B der De-

stillationsvorrichtung 300; 300' liegt unten. Die den verdampften flüssigen Stoff von der Verdampfereinrichtung 301; 301' zur Kondensatoreinrichtung 302; 302' führende Strömung verläuft über den helixförmigen Verlauf der Destillationsvorrichtung 300; 300' im wesentlichen quer zur Längserstreckung von Verdampfereinrichtung 301; 301' und Kondensatoreinrichtung 302; 302' und auf einem Strömungsweg in Form einer geschlossenen Schleife, um die bzw. durch die Verdampfereinrichtung 301; 301' bzw. die Kondensatoreinrichtung 302; 302' wie eingangs anhand der Fig. 1 und 2 erläutert wurde.

[0102] Bei dem in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich im zentralen Bereich des isolierenden Gehäuses 314 innerhalb der helixförmigen Anordnung der Destillationsvorrichtung 300; 300' ein Speicherbehälter 315, welcher dazu dient, den Wärmeträger zur Zuführung zum ersten Ende A der Verdampfereinrichtung 301; 301' vorzuhalten. Dazu wird der Wärmeträger mit einer Temperatur T_{2*} , welche höher ist als die Temperatur T_2 , von einer externen Wärmequelle in den Speicherbehälter 315 zugeführt und an dessen Oberseite mit der Temperatur T_2 entnommen und dem ersten Ende A der Verdampfereinrichtung 301; 301' zugeführt. Durch Umschalten eines Dreiegevents 325 kann der Wärmeträger wahlweise auch direkt von außen zum ersten Ende A der Verdampfereinrichtung 301; 301' zugeführt werden.

[0103] Der Speicherbehälter 315 ermöglicht einen gleichmäßigen Dauerbetrieb der Destillationsvorrichtung 300; 300' auch bei intermittierender Erwärmung des Wärmeträgers durch eine externe Wärmequelle, etwa durch Solarenergie. Die zentrale Anordnung innerhalb der helixförmigen Anordnung der Destillationsvorrichtung 300; 300' im Inneren des Isoliergehäuses 314 verhindert die Wärmeverluste gegenüber einer Anordnung, bei der Destillationsvorrichtung und Speicherbehälter in getrennten Gehäusen angeordnet sind.

[0104] An der Unterseite der Destillationsvorrichtung 300; 300' sind, wiederum dem helixförmigen Verlauf folgend, eine Destillatsammelvorrichtung 306; 306' und eine Sammelvorrichtung 313; 313' für die von der Verdampfereinrichtung 301; 301' abfließende Menge S der nicht verdampften Lösung vorgesehen. Diese Sammelvorrichtungen 306; 306' und 313; 313' können durch getrennte Bodenteile der Umhüllung bzw. des Gehäuses 305; 305' gebildet sein. Das Destillat D wie auch die gesammelte Abflussmenge S von der Verdampfereinrichtung 301; 301' S werden jeweils durch das Isoliergehäuse 314 nach außen geführt.

[0105] Fig. 8a) bis c) zeigen schematisierte geschnittenen Seitenansichten von plattenförmigen Verdampferelementen 109 bzw. Kondensatorelementen 110 mit unterschiedlichen Strömungsverläufen in deren Innerem, wobei die effektive Strömungsrichtung jedoch dem Längsverlauf der längs ausgedehnten Elemente folgt. In Fig. 8a) ist das Verdampferelement 109 bzw. Kondensatorelement 110 mit in Längsrichtungen desselben verlaufenden und parallel angeordneten einzelnen Strömungskanälen ausgestattet, etwa in Form einer Stegdoppelplatte. Bei dem in Fig. 8b) gezeigten Ausführungsbeispiel sind im Inneren des plattenförmigen Verdampferelements 109 bzw. Kondensatorelements 110 Strömungskanäle mit einem zick-zack-förmigen Verlauf ausgebildet. Bei dem in Fig. 8c) gezeigten Ausführungsbeispiel sind im Inneren des plattenförmigen Verdampferelements 109 bzw. Kondensatorelements 110 Strömungswege mit einem meanderförmigen Verlauf angeordnet.

[0106] Fig. 9a) und b) zeigt verschiedene Ausführungsarten, wie die die zu verdampfende Flüssigkeit enthaltende Lösung an der Verdampferfläche 103; 103' eines Verdampferelements 109; 109' verteilt werden kann. Bei dem in Fig.

9a) gezeigten Ausführungsbeispiel ist das plattenförmige Verdampferelement 109 durch eine Stegdoppelplatte gebildet, welche vertikal angeordnet ist und an seiner Oberfläche auf beiden Seiten mit einem benetzbaren Flies 111 versehen ist. An der oberen Stirnseite des Verdampferelements 109 und parallel zu dieser verlaufend ist eine Verteilerröhre 108 vorgesehen, welche mit einer Anzahl von Verteileröffnungen 116 versehen ist, die entlang der Längsrichtung des Verdampferelements 109 angeordnet sind. Über die Verteilerröhre 108 wird die die zu verdampfende Flüssigkeit enthaltende Lösung zugeführt und von der oberen Stirnseite des Verdampferelements 109 her auf das benetzbare Flies 111 gebracht, so daß die Lösung sich gleichmäßig an der Verdampferfläche 103 auf dem Verdampferelement 109 verteilen kann. Unter Wirkung der Schwerkraft fließt die Lösung quer zur Längsrichtung des Verdampferelements 109 allmählich nach unten.

[0107] Bei dem in Fig. 9b) gezeigten Ausführungsbeispiel ist das plattenförmige Verdampferelement 109' horizontal ausgerichtet und besteht aus einer Stegdoppelplatte, auf deren oberer Wandung 119' ein benetzbares Flies 111' angeordnet ist. Die die zu verdampfende Flüssigkeit enthaltende Lösung wird durch in der Figur nicht eigens dargestellte Mittel, z. B. eine mit Verteileröffnungen versehene Verteilerröhre, auf dem benetzbaren Flies 111' verteilt. Unter dem Verdampferelement 109' ist eine Sammelvorrichtung 113' für die abfließende Lösung in Form einer Wanne ausgebildet, welche an die Form des Verdampferelements 109' angepaßt ist.

[0108] Fig. 10a) und b) zeigt Querschnitte durch zwei Ausführungsformen von Destillationsvorrichtungen 300; 300', wie sie bei dem in Fig. 7 dargestellten sechsten Ausführungsbeispiel der Erfahrung in helixförmiger Anordnung verwendet werden kann.

[0109] Bei dem in Fig. 10a) gezeigten Ausführungsbeispiel sind eine Verdampfereinrichtung 301 und eine Kondensatoreinrichtung 302' in einer gemeinsamen Umhüllung 305' angeordnet. Zwischen der Verdampfereinrichtung 301 und der Kondensatoreinrichtung 302' ist eine Trennwand 307 angeordnet, welche zusammen mit der Umhüllung 305' den Strömungsweg für die die verdampfte Flüssigkeit führende Strömung definiert. Die Verdampfereinrichtung 301 ist durch ein (oder mehrere) vertikal ausgerichtetes Verdampferelement 309 gebildet, das bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel durch eine Stegdoppelplatte gebildet ist. An der Oberfläche des Verdampferelements 309 sind auf beiden Seiten Schichten eines benetzbaren Flieses 111 angeordnet, welche dazu dienen, die die zu verdampfenden Flüssigkeit enthaltende Lösung gleichmäßig auf dem Verdampferelement 309 zu verteilen. An der oberen Stirnseite und parallel zu dieser verlaufend ist eine Verteilerröhre 308 ausgebildet, welche dazu dient, die die zu verdampfende Flüssigkeit enthaltende Lösung zuzuführen und durch seitlich angebrachte Verteileröffnungen auf das benetzbare Flies 111 zu verteilen. Das Verdampferelement 309 wird in Längsrichtung von dem Wärmeträger durchströmt. Die Kondensatoreinrichtung 302' ist durch eine Anzahl von übereinander und parallel zueinander angeordneten Wärmetauscherrohren 312 gebildet, die jeweils in Längsrichtung der Kondensatoreinrichtung 302' von dem Wärmeträger durchströmt werden. Bei dem in Fig. 10b) gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Verdampfereinrichtung 301' durch ein benetzbares Flies 311' gebildet, welches an der Unterseite einer Umhüllung 305 mit rechteckigem Querschnitt vorgesehen ist. Die Kondensatoreinrichtung 302' besteht aus mehreren parallel zueinander angeordneten Kondensatorelementen 310', die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel durch Stegdoppelplatten gebildet sind, welche in Längsrichtung

von den Wärmeträger durchströmt werden. Eine Seite und die Unterseite der Kondensatoreinrichtung 302' wird von einer L-förmigen Trennwand 307 begrenzt, deren unterer, horizontal verlaufender Schenkel 307' eine Sammelvorrichtung 306' für das von den Kondensatorelementen 310' abfließende Destillat gebildet ist. Zwischen der Unterseite der Kondensatoreinrichtung 302' bildenden Kondensatorelemente 310' und der Sammelvorrichtung für das Destillat 306', d. h. dem horizontalen Schenkel der Trennwand 307 ist ein ausreichender Zwischenraum vorgesehen, um es der zwischen den Kondensatorelementen 310' nach unten sinkenden Strömung zu gestatten, seitlich auszutreten und von rechts zur Oberseite des die Verdampfereinrichtung 301' bildenden benetzbaren Flieses 311' zu gelangen. Die Strömung verläuft quer über das Flies 311' und steigt dann seitlich zwischen dem Gehäuse 305 und dem vertikalen Schenkel der Trennwand 307 nach oben, um an der Oberseite der Kondensatorelemente 310' verteilt zu werden.

[0110] Die Fig. 11a) und b) zeigen Querschnittsansichten durch zwei Ausführungsbeispiele von Destillationsvorrichtungen, wie sie in helixförmiger Anordnung entsprechend dem in Fig. 7 gezeigten sechsten Ausführungsbeispiel zur Anwendung kommen können, wobei hier die Destillationsvorrichtungen 300 von einer Umhüllung 305' mit kreisförmigem Querschnitt, also in Form einer Röhre umgeben sind. Bei dem in Fig. 11a) gezeigten Ausführungsbeispiel bestehen die Verdampfereinrichtung 301 und die Kondensatoreinrichtung 302 jeweils aus vertikal ausgerichteten Elementen, die durch Stegdoppelplatten gebildet sind. Dazwischen ist einer ebenfalls vertikal ausgerichtete Trennwand 307 angeordnet. Bei dem in Fig. 11b) gezeigten Ausführungsbeispiel ist eine Verdampfereinrichtung 101 ebenfalls durch ein vertikal ausgerichtetes Element gebildet. Die Kondensatoreinrichtung 302' besteht aus einem Bündel von sich im wesentlichen parallel zur Verdampfereinrichtung 301 erstreckenden Wärmetauscherrohren. Dazwischen kann, wie durch gestrichelten Linien gezeigt, eine Trennwand 301 angeordnet sein, diese Trennwand kann jedoch auch weggelassen werden. Anstelle eines Bündels von Wärmetauscherrohren 302' kann auch lediglich ein einzelnes Wärmetauscherrohr verwendet werden.

[0111] Die Fig. 11c) bis e) zeigen Seitenansichten von Abschnitten eines Wärmetauscherrohrs, wie es für die in Fig. 11b) gezeigte Kondensatoreinrichtung aber auch für andere aus Wärmetauscherrohren gebildete Kondensatoreinrichtungen verwendet werden kann. In Fig. 11c) ist ein glattes Wärmetauscherrohr 302a gezeigt. Fig. 11d) zeigt ein Wärmetauscherrohr 302b, welches mit Kühlrippen 321 versehen ist, die durch die Rohrwand selbst gebildet sind. Bei dem in Fig. 11e) gezeigten Ausführungsbeispiel schließlich hat das Wärmetauscherrohr 302c aufgesetzte, scheibenförmige Kühlrippen 322.

[0112] Bei den in Fig. 4a) und b), 5a) und b), 7a) und b), 10a) und b), sowie 11a) dargestellten Ausführungsbeispielen kann die Trennwand 107 bzw. 207 bzw. 307 zwischen der Verdampfereinrichtung 101 bzw. 201 bzw. 301 und der Kondensatoreinrichtung 102 bzw. 202 bzw. 302 auch weggelassen werden. Die Funktion der Destillationsvorrichtung ist auch dann gewährleistet, jedoch werden bei freier Konvektion die Auftriebskräfte wegen des dann fehlenden "Kamineffekts" und damit voraussichtlich der Wirkungsgrad der Destillationsvorrichtung kleiner sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung, bei dem die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung über eine an einer

Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') vorgesehene Verdampferfläche (103; 103'; 203; 303; 303') verteilt und der flüssige Stoff unter Zufuhr von Wärme mittels eines Wärmeträgers bei höherer Temperatur an der Verdampferfläche (103; 103'; 203; 303; 303') verdampft wird, als Dampf in einer innerhalb einer die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und eine eine Kondensatorfläche (104; 104'; 204; 304; 304') aufweisenden Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') einschließenden Umlöhlung geführten Strömung von der Verdampferfläche (103; 103'; 203; 303; 303') zu der Kondensatorfläche (104; 104'; 204; 304; 304') transportiert wird und unter Abgabe von Wärme an einen Wärmeträger bei niedrigerer Temperatur an der Kondensatorfläche (104; 104'; 204; 304; 304') kondensiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger eine von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung verschiedene Flüssigkeit ist und in der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und in der Kondensationseinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') durch jeweils flüssigkeitsundurchlässige, jedoch wärmeleitende Wandungen (119; 119'; 219; 219'; 319; 319') von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung getrennt gehalten wird, und daß die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') und die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') von demselben Wärmeträger durchströmt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') jeweils in einer Längsrichtung ausgedehnte und sich zwischen einem ersten Ende (A) und einem zweiten Ende (B) erstreckende Gebilde sind und wobei der Wärmeträger die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') vom ersten Ende (A) zum zweiten Ende (B) durchströmt und der Wärmeträger die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') vom zweiten Ende (B) zum ersten Ende (A) durchströmt, und daß der verdampfte Stoff in einer Strömung geführt wird, die die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') im wesentlichen quer zur Längsrichtung durchströmt, wobei der Stofftransport des verdampften Stoffs jeweils von Bereichen (A_V) hoher Temperatur der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zu Bereichen (A_K) hoher Temperatur der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') bzw. von Bereichen (C_V) niedriger Temperatur der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zu Bereichen (C_K) niedriger Temperatur der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') bzw. von Bereichen mittlerer Temperatur (B_V) der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zu Bereichen mittlerer Temperatur (B_K) der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die den verdampften Stoff führende Strömung in einer geschlossenen Schleife auf einem ersten Weg (I) von der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zur Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') geführt wird und auf einem von dem ersten Weg getrennten zweiten Weg (II) von der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') wieder zur Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') geführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger die Verdampfer-

einrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (101; 102'; 202; 302; 302') im Gegenstrom durchströmen, und daß die den verdampften Stoff führende Strömung im Querstrom durch die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202) geführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsrichtung von Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201) und Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202) im wesentlichen horizontal verläuft.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsrichtung von Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') schräg geneigt zur Horizontalrichtung verläuft, wobei das erste Ende (A) höher als das zweite Ende (B) angeordnet ist.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die den verdampften Stoff führende Strömung quer zur Längsrichtung horizontal oder vertikal durch die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') bzw. die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') geführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeträgerströmungen im wesentlichen in Längsrichtung durch die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und/oder die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') geführt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Transport des verdampften Stoffs durch freie Konvektionen einer Strömung erfolgt, die durch den Temperaturunterschied zwischen Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302) angetrieben wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger innerhalb der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und/oder der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') zick-zack-förmig oder mäanderförmig geführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger innerhalb der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und/oder der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') in mehreren parallelen Teilströmen geführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der verdampfte Stoff in einem bezüglich des Stofftransports inerten Gas, insbesondere Luft oder Stickstoff, transportiert wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger nach Aufnahme der Kondensationswärme an der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') mittels einer externen Wärmequelle (Q_E) auf höhere Temperatur gebracht und der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zugeführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger in einem im wesentlichen geschlossenen Kreislauf zwischen der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302) und der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zirkuliert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die externe Wärmequelle (Q_E) durch Verbrennung von fossilem Brennstoff oder durch Ab-

wärme einer Wärmekraftmaschine gebildet ist.

16. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die externe Wärmequelle (Q_E) durch Solarenergie gebildet ist, wobei der Wärmeträger solare Strahlungsenergie von einer Solarkollektoreinrichtung (121) aufnimmt. 5

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger nach Verlassen der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zur Abgabe von Abwärme (Q_A) gekühlt oder mit kälteren Wärmeträger gemischt und der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') zugeführt wird. 10

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zum Destillieren von Wasser aus Meerwasser oder Brackwasser 15 dient.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zum Aufkonzentrieren von in einer Flüssigkeit, insbesondere Wasser, gelösten Schadstoffen dient. 20

20. Vorrichtung zum Destillieren eines flüssigen Stoffs aus einer Lösung, mit einer von einem Wärmeträger durchströmten, eine Verdampferfläche (103; 103'; 203; 303; 303') aufweisenden Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301'), an der der flüssige Stoff unter Zufuhr von Wärme durch den Wärmeträger verdampft wird, und mit einer von einem Wärmeträger durchströmten, eine Kondensatorfläche (104; 104'; 204; 304; 304') aufweisenden Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302'), an der der flüssige Stoff unter 25 Abgabe von Wärme an den Wärmeträger kondensiert wird, mit einer an der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') angeordneten Vorrichtung (106; 206; 306) zum Sammeln des kondensierten flüssigen Stoffs, und mit einer die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') einschließenden Umhüllung (105; 205; 305), welche einen Strömungsweg für eine den verdampften Stoff transportierende Strömung zwischen Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301; 301') und Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') bildet, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger eine von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung verschiedene Flüssigkeit ist, wobei die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') jeweils flüssigkeitsundurchlässige, jedoch gut wärmeleitende Wandungen (119; 119'; 219; 319; 319') aufweisen, durch welche der Wärmeträger von der den zu verdampfenden flüssigen Stoff 40 enthaltende Lösung getrennt ist, daß die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') und die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') von demselben Wärmeträger durchströmt werden, und daß Mittel (108; 208; 308) zur Zuführung und Verteilung 45 der den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltenden Lösung an die Oberfläche (103; 103'; 203; 303; 303') der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') vorgesehen sind. 50

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') jeweils längsausgedehnte Gebilde sind, die jeweils ein erstes Ende (A) mit höherer Temperatur und ein zweites Ende (B) mit niedrigerer Temperatur aufweisen, wobei der Wärmeträger die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 302; 301') vom ersten Ende (A) zum zweiten Ende (B) durchströmt und 55

der Wärmeträger die die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') vom zweiten Ende (B) zum ersten Ende (A) durchströmt, und daß für die den verdampften Stoff führende Strömung ein Strömungsweg vorgesehen ist, welcher in der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') im wesentlichen quer zu deren Längsausdehnung verläuft, wobei der Stofftransport des verdampften Stoffs jeweils von Bereichen (A_V) hoher Temperatur der Verdampfereinrichtung zu Bereichen hoher Temperatur der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') und von Bereichen (C_V) niedriger Temperatur der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zu Bereichen (C_K) niedriger Temperatur der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') erfolgt. 20

22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, um die den verdampften Stoff führende Strömung in einer geschlossenen Schleife auf einem ersten Weg (I) von der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zur Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') zu führen, und auf einem von dem ersten Weg getrennten zweiten Weg (II) von der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') wieder zur Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zu führen. 25

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') eine Trennwand (107; 207; 307) angeordnet ist, wobei die Mittel, um die den verdampften Stoff führende Strömung in einer geschlossenen Schleife auf dem ersten Weg (I) von der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zur Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') und auf dem von dem ersten Weg (I) getrennten zweiten Weg (II) von der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') wieder zurück zur Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zu führen, durch die Trennwand (107; 207; 307) gebildet sind, um die die Strömung herum geführt wird. 30

24. Vorrichtung nach Anspruch 20, 21, 22, 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') jeweils längsausgedehnte Gebilde sind und im wesentlichen parallel zueinander verlaufen, wobei das erste Ende (A) der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') dem ersten Ende (A) der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') benachbart ist und das zweite Ende (B) der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') dem zweiten Ende (B) der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') benachbart ist. 40

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201) und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202) einschließende Umhüllung (105; 205; 305) eine längsausgedehnte und im wesentlichen parallel zur Längsausdehnung zur Verdampfereinrichtung bzw. Kondensatoreinrichtung verlaufende Form aufweist. 45

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') einschließende Umhüllung 50

- (105; 205; 305) einen rechteckigen oder einen kreisförmigen Querschnitt hat.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') einschließende Umhüllung (105; 205; 305) einen Strömungsweg für die den verdampften Stoff führende Strömung in Form einer geschlossenen Schleife bildet und einen ersten Weg (I) definiert, auf dem die Strömung von der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') zur Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') geführt wird, und einen zweiten Weg (II) definiert, der von dem ersten Weg (I) getrennt ist und auf dem die Strömung von der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') wieder zur Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') geführt wird.
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und/oder die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') quer zu der Längsrichtung verlaufende Strömungswege aufweisen, durch die die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') bzw. die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') von einer ersten Seite zu einer zweiten Seite durchströmt werden und die jeweils Teilstücke des den verdampften Stoff in Form einer geschlossenen Schleife führenden Strömungswegs sind.
29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (101; 101') und die Kondensatoreinrichtung (102; 402') gerade, längsausgedehnte, parallel zueinander angeordnete Gebilde sind.
30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201) und die die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202) mit ihrer Längsausdehnung im wesentlichen horizontal verlaufend angeordnet sind.
31. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201) und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202) mit ihrer Längsausdehnung in einer Richtung schräg zur Horizontalrichtung verlaufend angeordnet sind, wobei das erste, die höhere Temperatur aufweisende Ende (A) höher als das zweite Ende (B) angeordnet ist.
32. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (302; 302') und die diese einschließende Umhüllung (305; 305') um eine vertikale Achse helixförmig gewunden angeordnet sind, wobei sich das erste, die höhere Temperatur aufweisende Ende (A) von Verdampfereinrichtung (301; 301') und Kondensatoreinrichtung (302; 302') oben befindet.
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 302; 302') nebeneinander verlaufend angeordnet sind, wobei die Verdampfereinrichtung im wesentlichen vertikal ausgerichtete Verdampferflächen aufweist, an denen die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung unter Wirkung der Schwerkraft vertikal nach unten fließt, und wobei der Strömungsweg für die den verdampften Stoff führende Strömung von unten nach oben durch die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 301; 301') und von oben nach unten durch die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 302; 302') verläuft und dazwischen die

- Oberseite der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 301; 301') mit der Oberseite der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 302; 302) verbindet und die Unterseite der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 302; 302') mit der Unterseite der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 301; 301') verbindet.
34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (201) und die Kondensatoreinrichtung (202) übereinander verlaufend angeordnet sind, wobei die Verdampfereinrichtung im wesentlichen horizontal ausgerichtete Verdampferflächen aufweist, an denen die den zu verdampfenden flüssigen Stoff enthaltende Lösung entlang strömt und wobei der Strömungsweg für die den verdampften Stoff führende Strömung im wesentlichen horizontal und quer zur Längsausdehnung durch die Verdampfereinrichtung (201) führt und von oben nach unten durch die Kondensatoreinrichtung (202) führt, und die Seite, an der die Strömung aus der Verdampfereinrichtung (201) austritt, mit der Oberseite der Kondensatoreinrichtung (202) verbindet und die Unterseite der Kondensatoreinrichtung (202) mit der Seite der Verdampfereinrichtung (201) verbindet, an der die Strömung in die Verdampfereinrichtung (201) eintritt.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') und/oder die Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') durch eine Anzahl von von dem Wärmeträger durchströmten, parallel angeordneten plattenförmigen Elementen (109; 209; 309; 110; 210; 310) gebildet ist.
36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') bildenden plattenförmigen Elemente (109; 209; 309) vertikal oder horizontal angeordnet sind.
37. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die die Kondensatoreinrichtung (102; 202; 302) bildenden plattenförmigen Elemente (110; 210; 310) vertikal angeordnet sind.
38. Vorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') bildenden plattenförmigen Elemente (109; 209; 309) vertikal angeordnet sind, und daß an ihrer Oberseite eine sich in Richtung der Längsausdehnung der plattenförmigen Elemente (109; 209; 309) erstreckende Einrichtung (108; 208; 308) zur gleichmäßigen Verteilung der zu verdampfenden Flüssigkeit auf die Oberfläche der plattenförmigen Elemente (109; 209; 309) vorgesehen ist.
39. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Verteilung der zu verdampfenden Flüssigkeit durch Röhrchen (108; 208; 308) gebildet ist, die sich längs der oberen Stirnseite der plattenförmigen Elemente (109; 209; 309) erstrecken und Öffnungen (226) zum Austritt der Flüssigkeit auf die Oberfläche der plattenförmigen Elemente (109; 209; 309) aufweisen.
40. Vorrichtung nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, daß die die Verdampfereinrichtung (101; 201) bildenden plattenförmigen Elemente (109; 209) horizontal angeordnet sind, und daß Mittel zur Verteilung der zu verdampfenden Flüssigkeit auf den Oberflächen der Platten vorgesehen sind.
41. Vorrichtung nach Anspruch 38, 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Oberflächen der die Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') bil-

denden plattenförmigen Elementen (109; 209; 309) eine Fließschicht (111; 111') aus einem gut benetzbar Material angeordnet ist, welche die zu verdampfende Flüssigkeit gleichmäßig an der Oberfläche der Verdampfereinrichtung (101; 101'; 201; 301; 301') verteilt 5 hält.

42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatoreinrichtung (102; 302') und/ oder die Verdampfereinrichtung (101) durch Rohre (102'; 302') gebildet ist. 10

43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß ein im wesentlichen geschlossener Kreislauf vorgesehen ist, im welchem der Wärmeträger zwischen der Kondensatoreinrichtung (102; 102'; 202; 302; 302') und der Verdampfereinrich- 15 tung (101; 101'; 201; 301; 301') zirkuliert wird.

44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 32 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der helixförmigen Anordnung von Verdampfereinrichtung (301; 301') und Kondensatoreinrichtung (302; 302') ein Speicher- 20 behälter (315) zum Vorhalten des der Verdampfereinrichtung (301; 301') zuzuführenden Wärmeträgers bei hoher Temperatur vorgesehen ist.

45. Vorrichtung nach Anspruch 44, dadurch gekenn- 25 zzeichnet, daß die Verdampfereinrichtung (301; 301') und die Kondensatoreinrichtung (302; 302') mit ihrer Umhüllung (305; 305') und der Speicherbehälter (315) in einem gemeinsamen isolierenden Gehäuse 314 angeordnet sind.

30

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

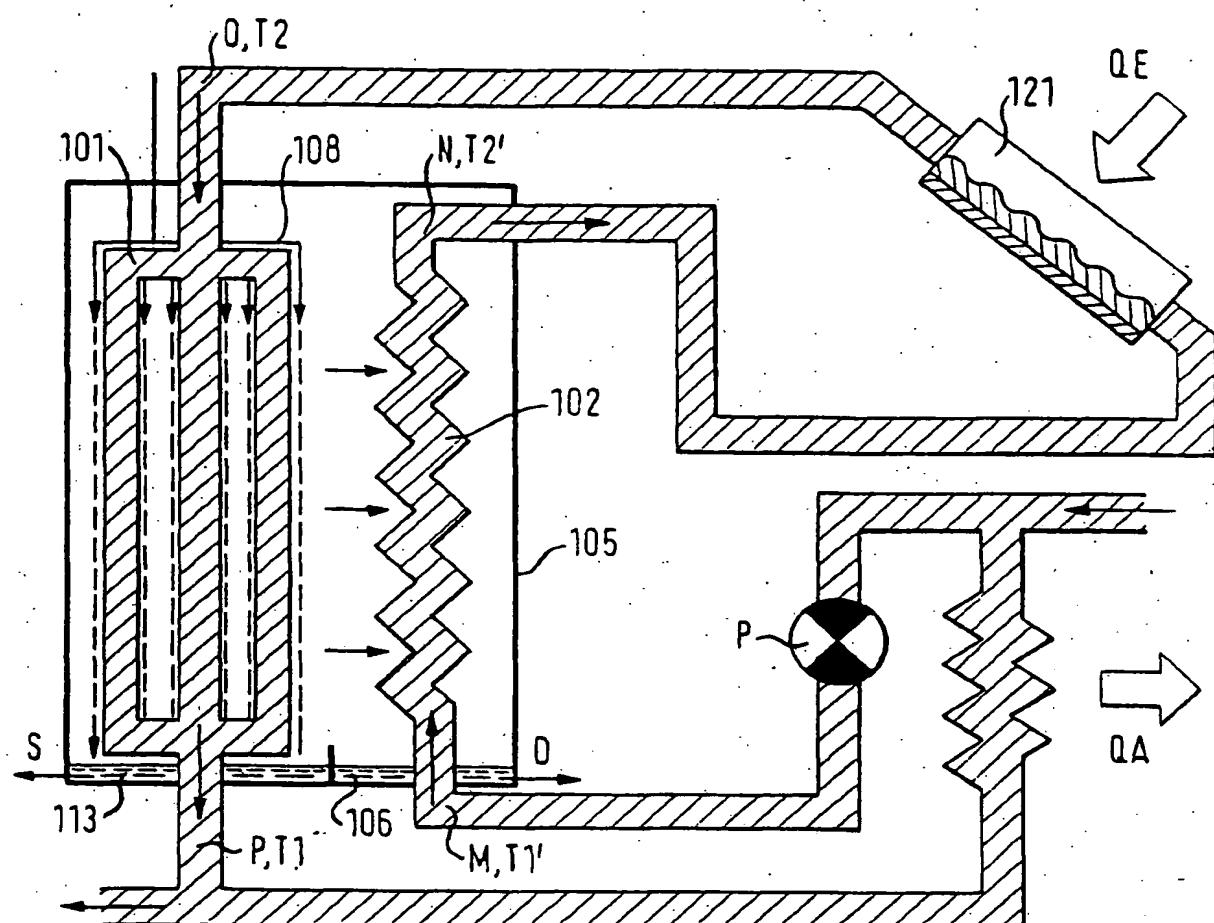
55

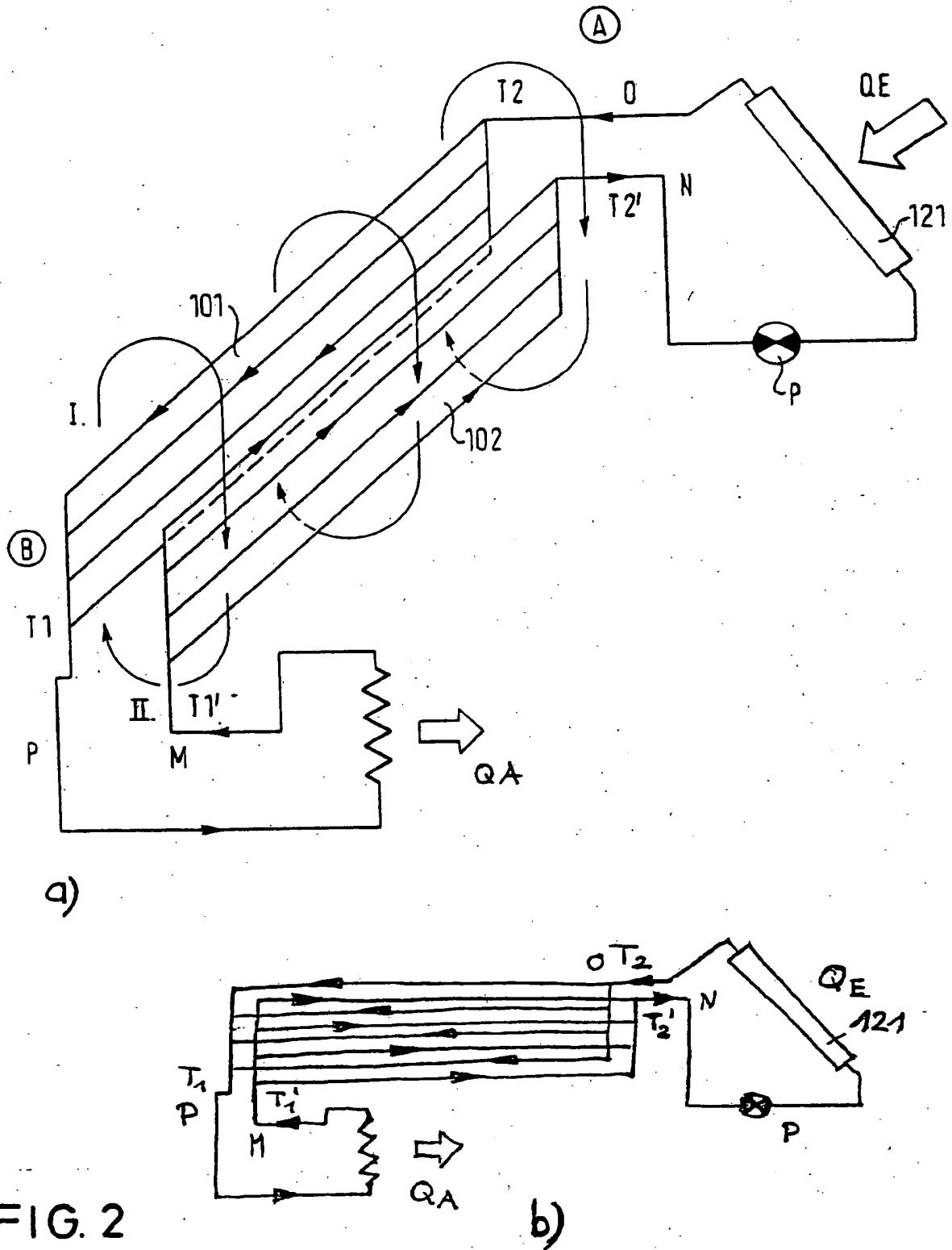
60

65

- Leerseite -

FIG. 1





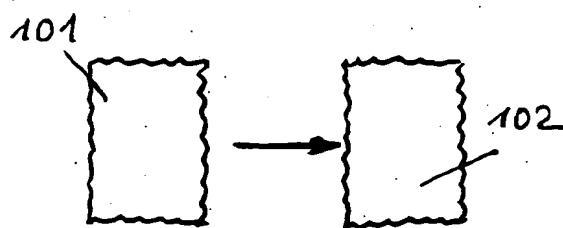
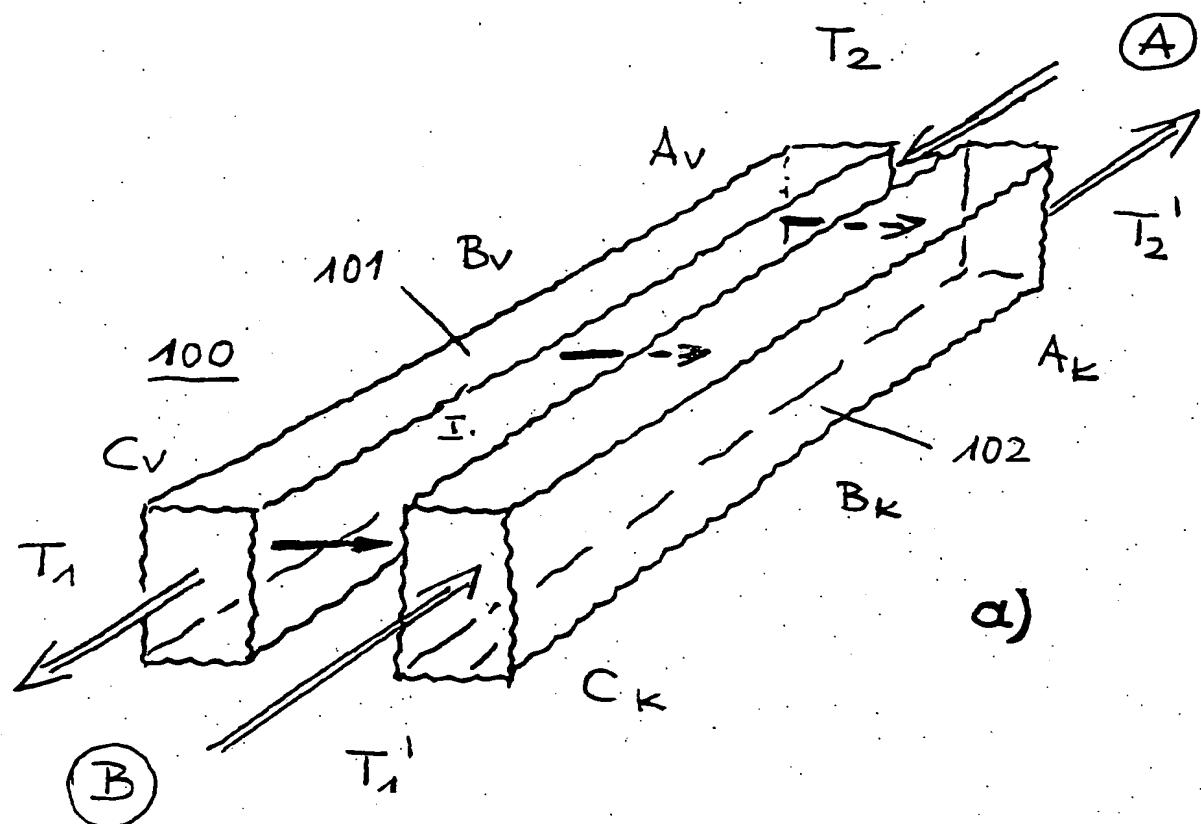


FIG. 3

b)

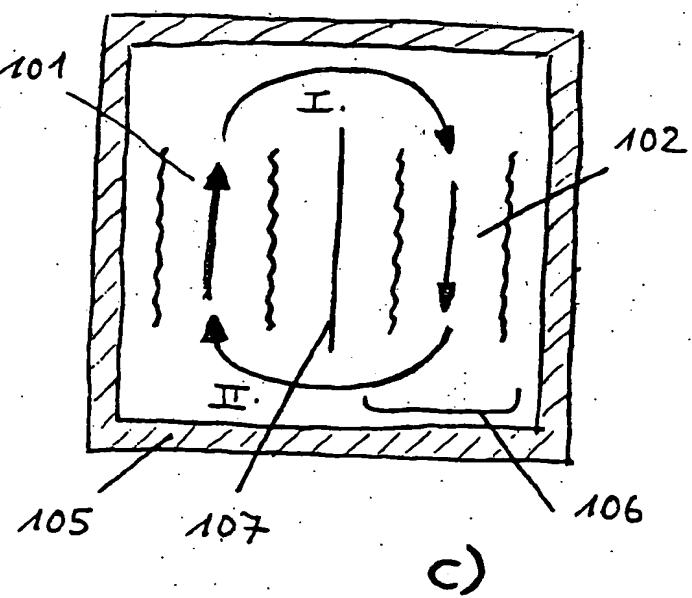
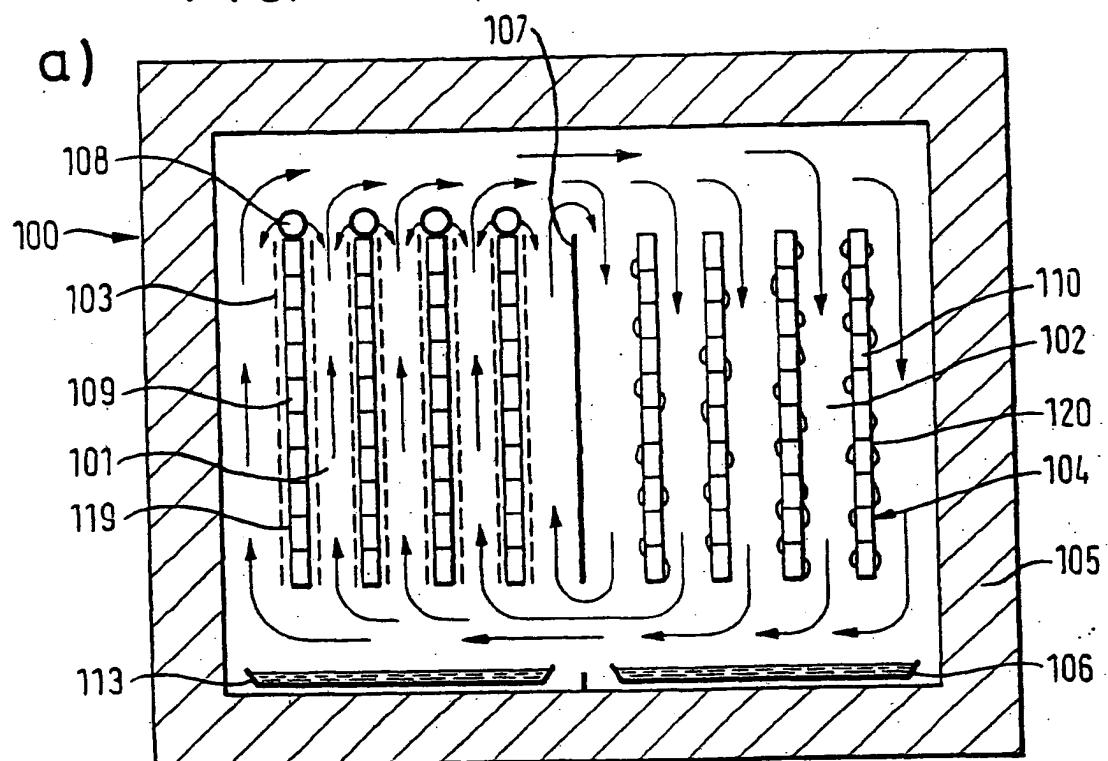


FIG. 4

a)



b)

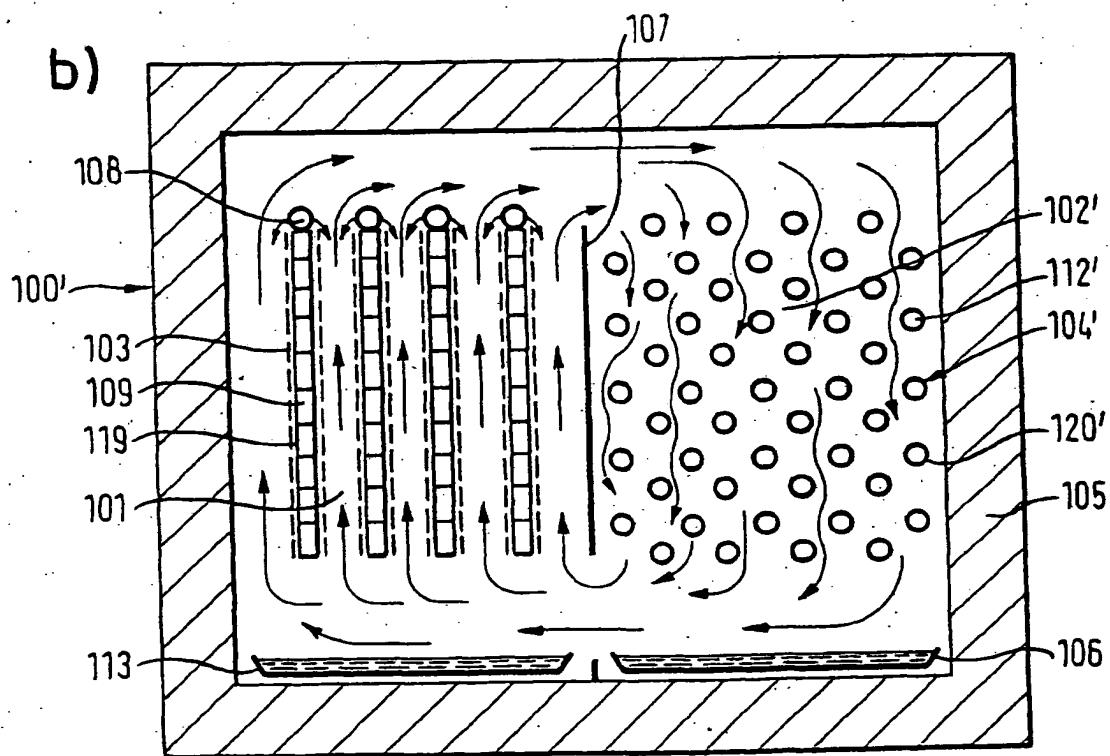
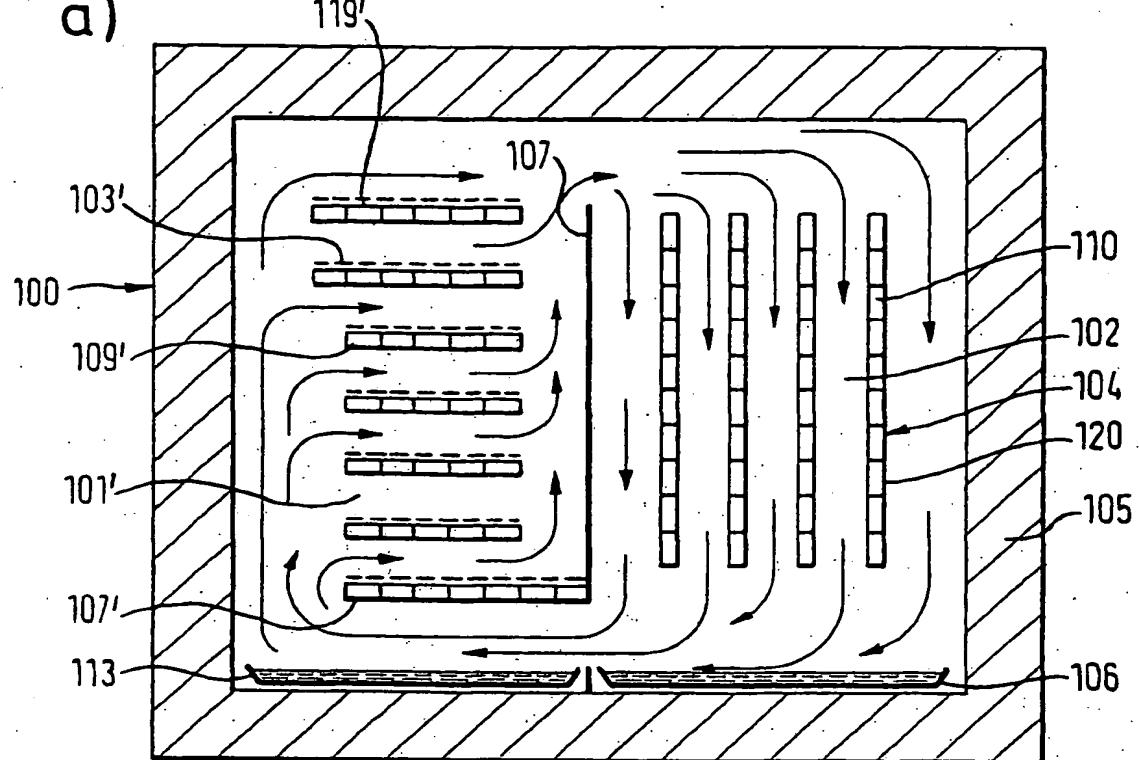


FIG. 5

a)



b)

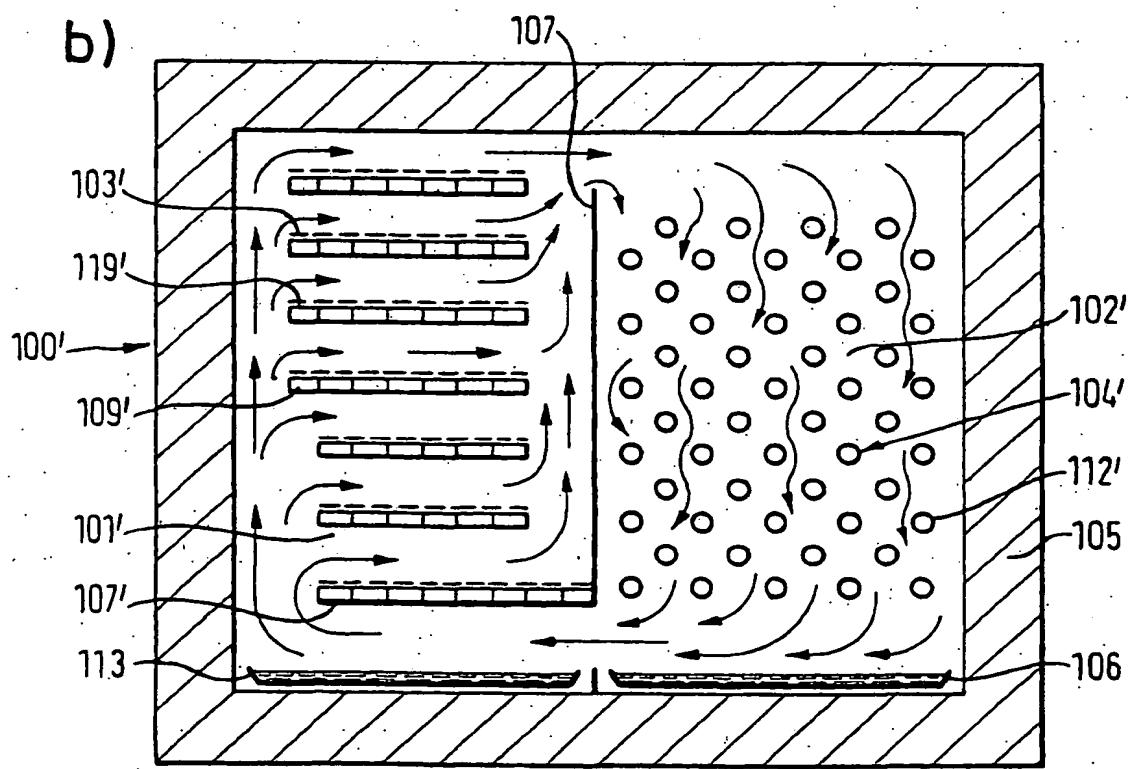


FIG. 6

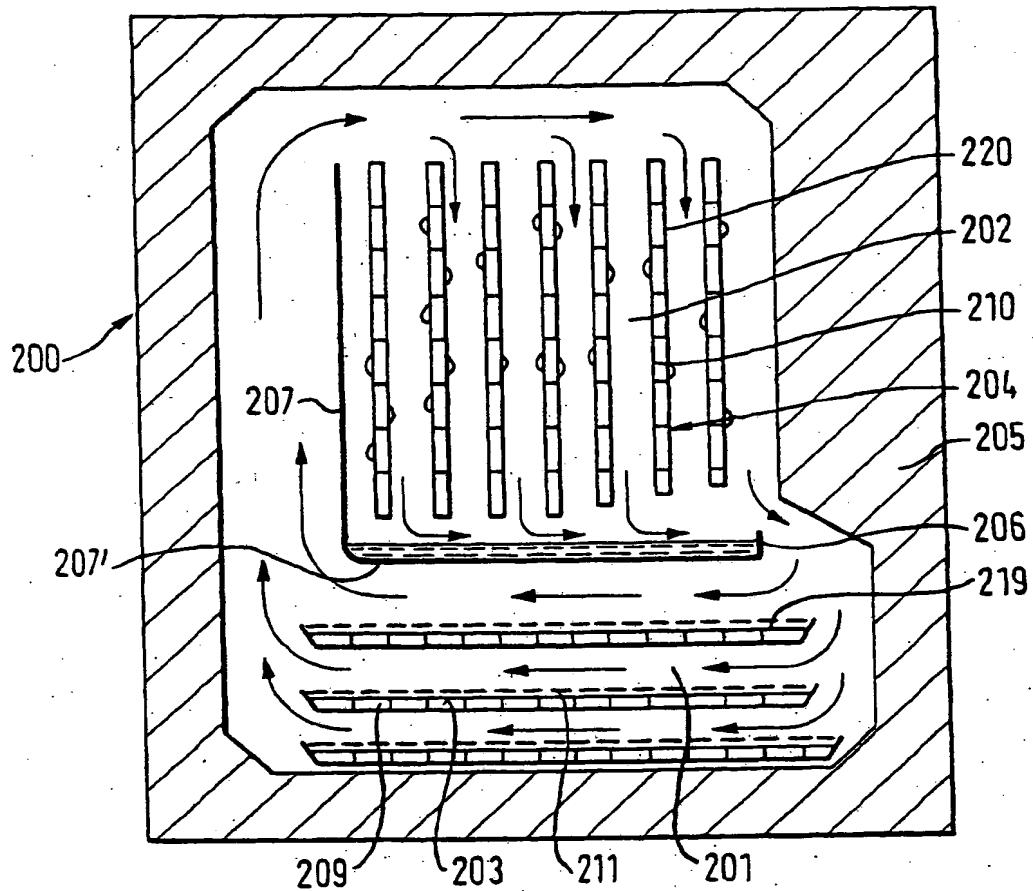


FIG. 7

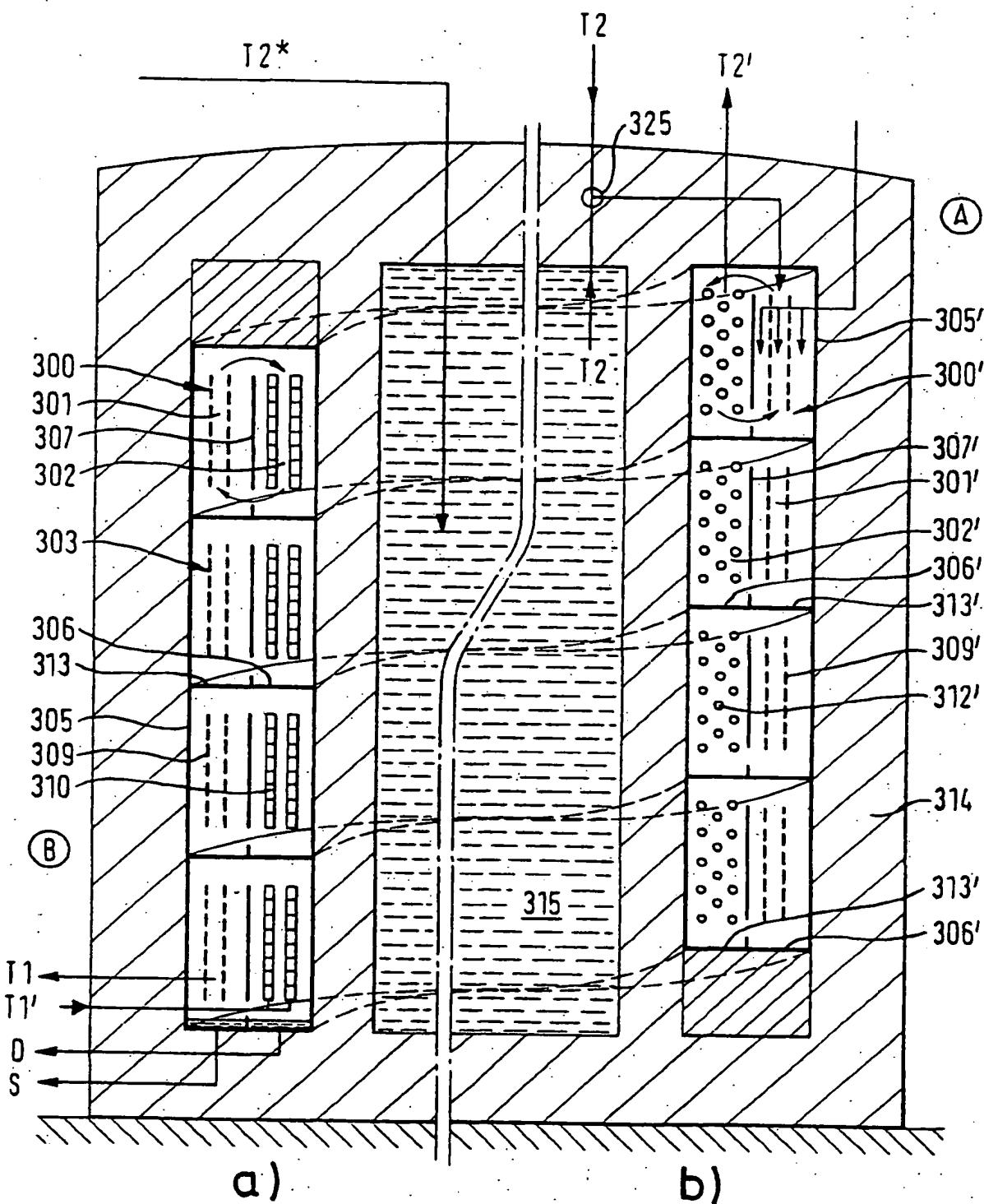


FIG. 8

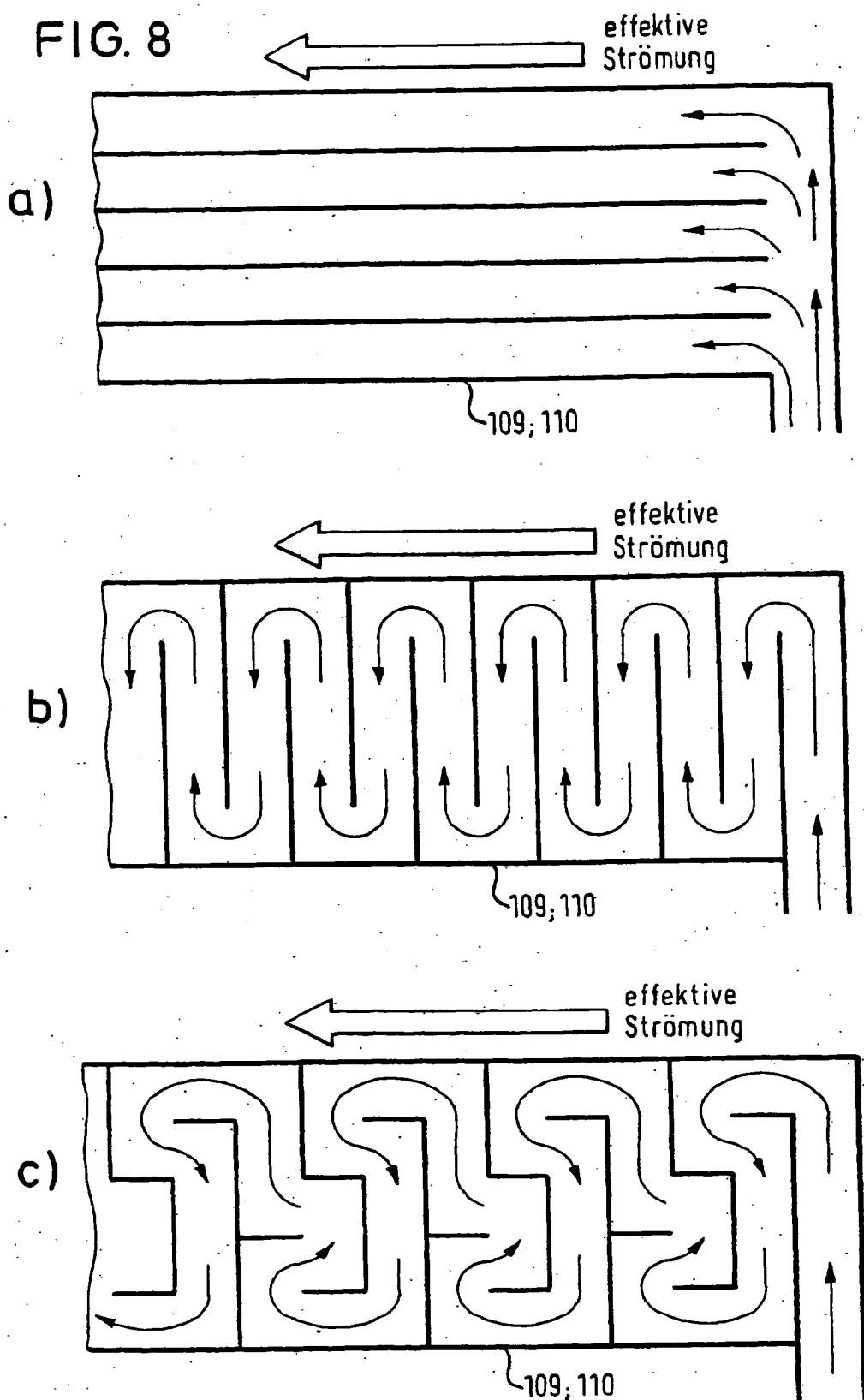
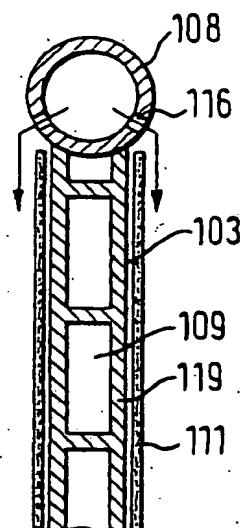


FIG. 9

a)



b)

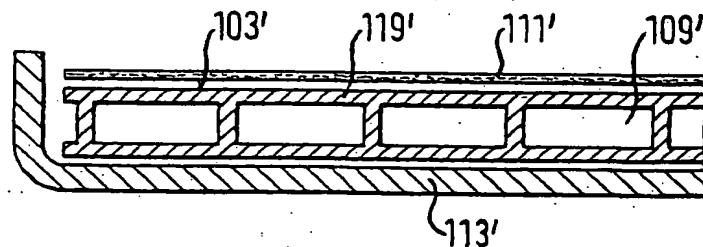


FIG. 10

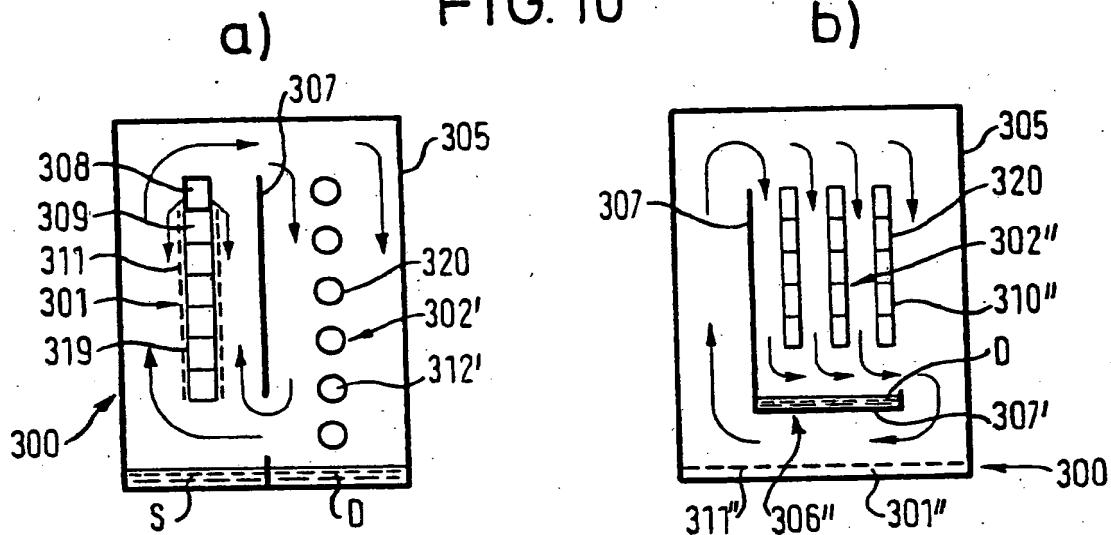


FIG. 11

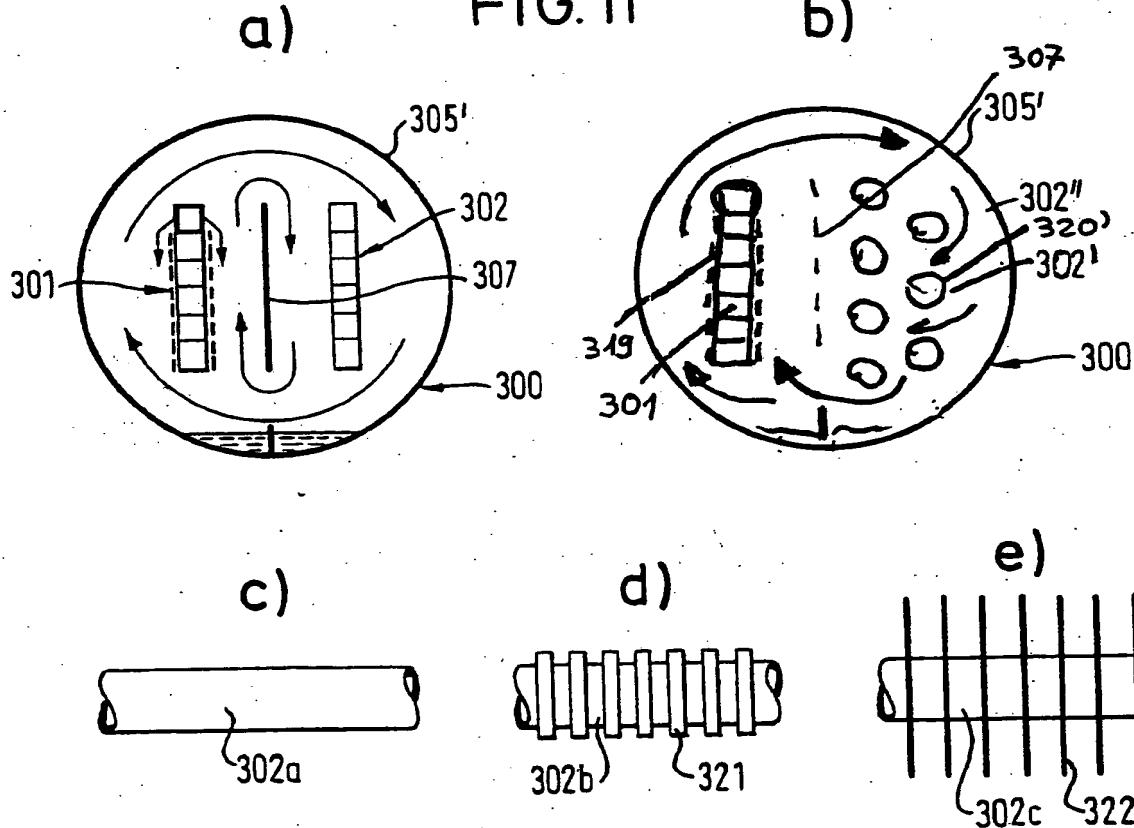


FIG. 12
(Stand der Technik)

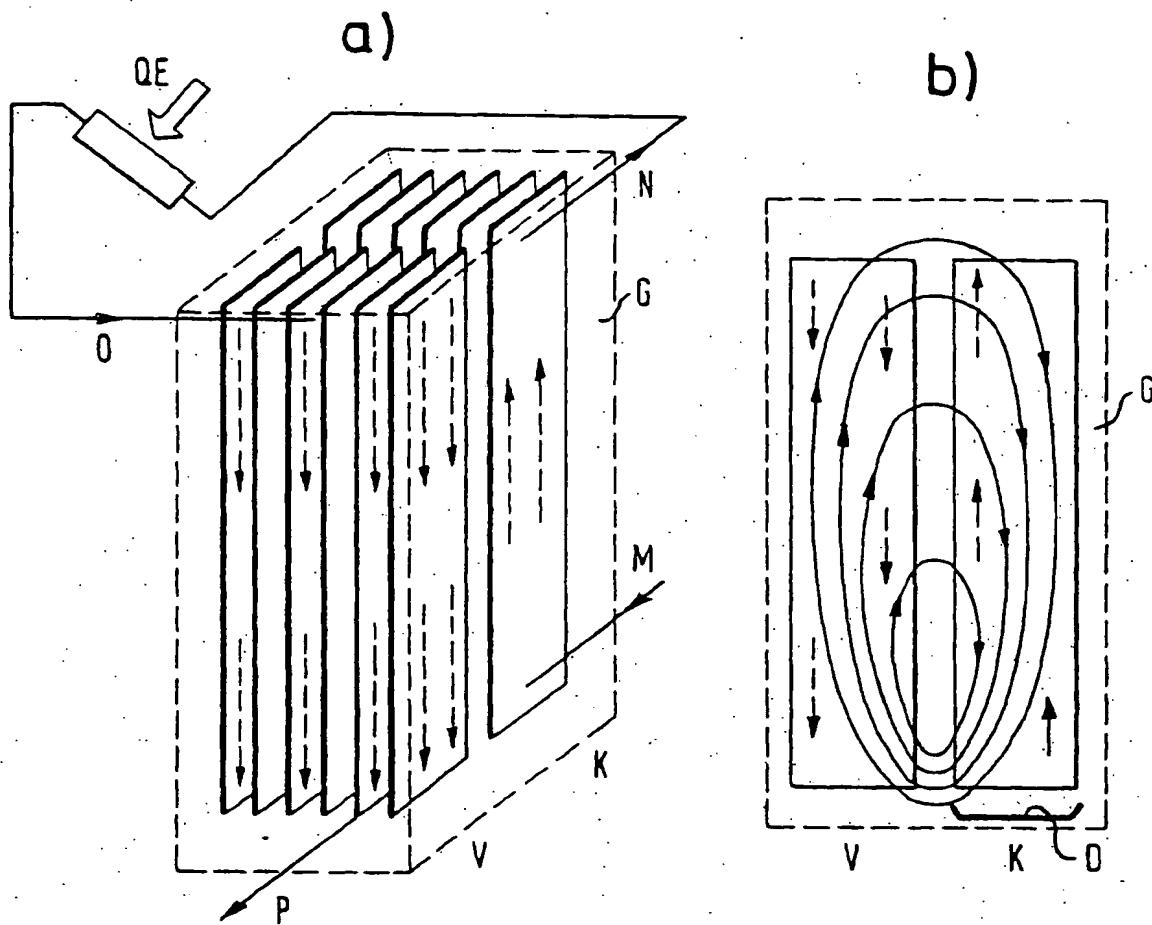


FIG. 13
(Stand der Technik)

